NTE INEN-OIML R 49 (2009) (Spanish): Metrología. Medidores de Agua Potable Fría. Parte 1: Requisitos Técnicos y Metrológicos.

BLANK PAGE





INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN

Quito - Ecuador

NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN-OIML R 49-1:2009

NUMERO DE REFERENCIA OIML R 49-1:2003 (E)

METROLOGÍA. MEDIDORES DE AGUA POTABLE FRÍA. PARTE 1: REQUISITOS TÉCNICOS Y METROLÓGICOS.

Primera Edición

WATER METERS INTENDED FOR THE METERING OF COLD POTABLE WATER. PART 1: METROLOGICAL AND TECHNICAL REQUIREMENTS.

First Edition

DESCRIPTORES: Metrología y medición, medición de flujo de fluidos, medidores de agua, requisitos técnicos y metrológicos.
MC 06.09-1001
CDU: 681.121
CIIU: 3851
ICS: 17.120.10: 91.140.60

CONTENIDO

Prólogo

La Organización Internacional de Metrología Legal (OIML) es una organización intergubernamental a nivel mundial cuyo principal propósito es armonizar las regulaciones y controles Metrológicos aplicados por los servicios metrológicos nacionales, u organizaciones relacionadas de los Estados Miembros.

Las dos principales categorías de las publicaciones de la OIML son:

- **Las Recomendaciones Internacionales (OIML R),** las cuales son regulaciones modelo que establecen las características metrológicas requeridas de ciertos instrumentos de medición y especifican métodos y equipo para verificar su conformidad; los Estados Miembros de la OIML deben aplicar estas recomendaciones lo más extensamente posible.

- **Los Documentos Internacionales (OIML D),** los cuales son informativos por naturaleza y considerados para mejorar el trabajo de los servicios metrológicos.

Los proyectos de Recomendaciones y Documentos de la OIML son desarrollados por comités o subcomités técnicos que están formados por los Estados Miembros. Ciertas instituciones internacionales y regionales también participan sobre una base de consulta.

Se han establecido acuerdos cooperativos entre la OIML y otras instituciones, tales como ISO e IEC, con el objeto de evitar requisitos contradictorios; en consecuencia, los fabricantes y usuarios de instrumentos de medición, laboratorios de ensayos, etc. pueden aplicar simultáneamente las publicaciones de la OIML y aquellas de otras instituciones.

Las Recomendaciones y Documentos Internacionales se publican en Francés (F) e Inglés (E) y están sujetos a revisión periódica.

Esta publicación-referencia OIML R 49-1, edición de 2003 (E)- fue desarrollada por el Subcomité TC 8/ SC 5 Water Meters. Fue aprobada para publicación final por el Comité Internacional de Metrología Legal en 1999 y fue autorizada por la Conferencia Internacional de Metrología Legal en el 2000. Esta versión reemplaza a la edición de 1977.

La presente publicación se refiere a la OIML R 49-1, edición 2003 y es una corrección de la edición 2000 con los siguientes cambios:

i) Errata No. 1 a la edición 2000 (fecha 2001-04-23) relacionada a la página 19 ha sido incorporada;
ii) Anexo A en la bibliografía donde fue modificada por el TC 8/ SC 5 y aprobada por el CIML en el 2002; y
iii) El vocabulario utilizado ha sido armonizado con el VIML (edición 2000)

Las publicaciones OIML pueden ser obtenidas en las oficinas de la Organización:

Bureau International de Métrologie Légale
11, rue Turgot - 75009 Paris - France
Telephone: 33 (0) 1 48 78 12 82
Fax: 33 (0) 1 42 82 17 27
E- mail: biml@ oiml.org
Internet: www.oiml.org



Norma Técnica Ecuatoriana Voluntaria	METROLOGÍA. MEDIDORES DE AGUA POTABLE FRÍA. PARTE 1: REQUISITOS TÉCNICOS Y METROLÓGICOS	NTE INEN-OIML R 49-1:2009 2009-06

1. Alcance

1.1 Esta Norma Técnica Ecuatoriana se aplica a los medidores de agua usados para medir el volumen real de agua potable fría, que pasa por un conducto cerrado totalmente lleno que atraviesa el punto de medición. Los medidores deben tener dispositivos integradores que indiquen el volumen total que los atraviesa.

1.2 Esta Norma Técnica Ecuatoriana establece las condiciones a las cuales el medidor de agua debe cumplir los requisitos de los Servicios de Metrología Legal.

1.3 Esta Norma Técnica Ecuatoriana se aplica a medidores de agua basados en principios eléctricos y electrónicos, y en principios mecánicos que incorporan dispositivos electrónicos utilizados para medir el volumen real del agua potable fría. También se aplica para dispositivos electrónicos auxiliares. Como una regla los dispositivos auxiliares son opcionales.

1.4 Además para los requisitos técnicos y metrológicas incluidos en esta parte 1 (R 49-1) los métodos de inspección y ensayo están incluidos en la parte 2 (R 49-2) y los formatos de informe de ensayos están incluidos en la parte 3 (R 49-3).

2. Terminología

Muchas de las definiciones utilizadas en esta Norma Técnica Ecuatoriana están de acuerdo con el Vocabulario Internacional de Términos fundamentales y generales de Metrología (VIM), el Vocabulario Internacional de Términos de Metrología Legal (VIML) y el Documento Internacional de la OIML D 11.

Para los fines de la presente Norma Técnica Ecuatoriana técnica ecuatoriana se aplican las siguientes definiciones.

2.1 Medidor de agua y sus elementos

2.1.1 Medidor de agua

Instrumento previsto para medir continuamente, memorizar y mostrar el volumen de agua que pasa a través del sensor de medición.

Nota: Un medidor de agua incluye al menos un sensor de medición, un calculador (incluyendo dispositivos de ajuste o corrección si están presentes) y un dispositivo indicador. Estos tres dispositivos pueden estar en ubicaciones diferentes.

2.1.2 Sensor de medición

Es la parte del medidor que transforma el flujo o el volumen de agua a ser medido en señales que pasan al calculador. Este puede basarse en principios mecánicos, eléctricos o electrónicos. Puede ser autónomo o utilizar una fuente externa de energía.

Nota: Para los propósitos de esta Norma Técnica Ecuatoriana, el sensor de medición incluye los sensores de flujo o de volumen.

2.1.3 Sensor de flujo o sensor de volumen

Es la parte del medidor de agua que detecta el caudal o el volumen de agua que atraviesa el medidor. (por ejemplo, un disco, pistón, rueda, elemento de turbina o bobina electromagnética).

(Continúa)

DESCRIPTORES: Metrología y medición, medición de flujo de fluidos, medidores de agua, requisitos técnicos y metrológicos.

2.1.4 Calculador

Es la parte del medidor que recibe las señales de salida que provienen del sensor (s) y, probablemente, de instrumentos de medición asociados, los transforma, si es necesario y almacena los resultados en la memoria hasta que sean utilizados. Además, el calculador debe ser capaz de comunicarse en ambas vías con los dispositivos auxiliares.

2.1.5 Dispositivo indicador

Es la parte del medidor que muestra los resultados de la medición ya sea de manera continua o cuando se requiere.

Nota: Un dispositivo de impresión que proporciona una indicación al final de la medición no es un dispositivo indicador.

2.1.6 Dispositivo de ajuste

Es el dispositivo incorporado en el medidor, que sólo permite que la curva de error sea ajustada generalmente paralela a ella misma, con una presentación visual de los errores (de indicación) que caen dentro de los errores máximos permitidos.

2.1.7 Dispositivo de corrección

Es un dispositivo conectado o incorporado al medidor para corregir automáticamente el volumen bajo las condiciones de medición, tomando en cuenta el caudal y/o las características del agua que está siendo medida (ejemplo: temperatura y presión) y las curvas de calibración pre-establecidas. Las características del agua a ser medidas pueden también ser medidas utilizando instrumentos de medición asociados, o almacenada en la memoria del instrumento.

2.1.8 Dispositivos Auxiliares

Un dispositivo previsto para desarrollar una función particular. Directamente involucrado en la elaboración, transmisión o exhibición de resultados de medición.

Los principales dispositivos auxiliares son:

(a) Dispositivo de ajuste a cero;
(b) Dispositivo indicador de precio;
(c) Dispositivo indicador de repeticiones;
(d) Dispositivo de impresión;
(e) Dispositivo de memoria;
(f) Dispositivo de control de tarifa;
(g) Dispositivo de *preajuste*; y
(h) Dispositivo de auto servicio

Nota: Los dispositivos auxiliares pueden o no ser sujetos de control metrológico.

2.1.9 Dispositivo de control de tarifa

Es un dispositivo que asigna los resultados de la medición en diferentes registradores dependiendo de la tarifa o de otro criterio, cada registrador tiene la posibilidad de ser visualizado individualmente.

2.1.10 Dispositivo de *preajuste*

Es un dispositivo que permite seleccionar la cantidad a ser medida y que detiene automáticamente el flujo de agua al final de la medición de la cantidad seleccionada.

2.1.11 Instrumentos asociados a la medición

Son los instrumentos conectados al calculador, al dispositivo de corrección o al dispositivo de conversión, para medir ciertas magnitudes características del agua, con miras a realizar una corrección y/o conversión.

(Continúa)

2.1.12 Medidor para un cliente permanente

Es un medidor instalado permanentemente y utilizado solamente para realizar entregas de un proveedor a un cliente permanente.

2.2 Características metrológicas

2.2.1 Volumen real, V_a

Volumen total de agua que atraviesa el medidor, sin tener en cuenta el tiempo de paso. Este es el mensurando.

2.2.2 Volumen indicado, V_I

Es el volumen de agua indicado por el medidor que corresponde al volumen real.

2.2.3 Indicación primaria

Es una indicación (exhibida, impresa o memorizada) sujeta a control legal metrológico.

2.2.4 Error (de la indicación)

Es el volumen indicado menos el volumen real (adaptado del VIM 5.20).

2.2.5 Error relativo (de la indicación)

Error (de la indicación) dividido por el volumen real (adaptado del VIM 3.12).

2.2.6 Errores máximos permitidos (emp)

Son los valores extremos del error relativo (de la indicación) del medidor de agua permitidos por esta Norma Técnica Ecuatoriana (adaptado del VIM 5.21).

2.2.7 Error intrínseco

Es el error (de la indicación) del medidor de agua determinado bajo condiciones de referencia (adaptado del VIM 5.24).

2.2.8 Error intrínseco inicial

Es el error intrínseco del medidor de agua que se determina de manera previa a todos los ensayos de funcionamiento.

2.2.9 Falla

Es la diferencia entre el error (de la indicación) y el error intrínseco del medidor de agua (adaptado del D 11 T.8).

2.2.10 Falla crítica

Es el error cuya magnitud es mayor que la mitad del error máximo permitido en la zona del caudal superior (adaptado del D 11 T.9).

Los siguientes no son considerados fallas criticas:

- Errores provenientes de causas simultáneas y mutuamente independientes del propio medidor de agua o de sus dispositivos de verificación; y
- Errores transitorios producidos por variaciones momentáneas en la indicación que no pueden ser interpretados, memorizados o transmitidos como un resultado de la medición.

(Continúa)

2.2.11 Durabilidad

Es la capacidad del medidor de mantener sus características de funcionamiento a lo largo de su periodo de uso (adaptado de D 11 T.16).

2.2.12 Condiciones de medición

Condiciones del agua, bajo las cuales el volumen va a ser medido, en un punto de medición. Ejemplo: temperatura y presión del agua.

2.2.13 Elemento primario de un dispositivo de indicación

Es el elemento que en un dispositivo de indicación consiste de varios elementos, incluye la escala graduada con el intervalo de escala de verificación.

2.2.14 Intervalo de escala de verificación.

Es el valor más pequeño de la división de escala del elemento primario de un dispositivo de indicación.

2.2.15 Resolución (de un dispositivo de indicación)

Es la diferencia más pequeña entre indicaciones de un dispositivo de indicación que puede ser apreciada de manera significativa (adaptado del VIM 5.12).

Nota: Para un dispositivo digital, es el cambio en la indicación cuando el menor dígito significativo cambia una unidad.

2.3 Condiciones de operación

2.3.1 Caudal, Q

Cociente entre el volumen real de agua que atraviesa el medidor y el tiempo de paso de ese volumen.

2.3.2 Caudal permanente, Q_3 (1)

Es el máximo caudal dentro de las condiciones nominales de operación, al cual se requiere que el medidor de agua trabaje de manera satisfactoria dentro de los errores máximos permitidos.

2.3.3 Caudal de sobrecarga, Q_4 (1)

Es el caudal máximo, al cual se requiere que trabaje el medidor de agua, por un corto periodo de tiempo, dentro de los errores máximos permitidos, en tanto mantenga su desempeño metrológico, cuando es usado posteriormente dentro de sus condiciones de operación.

2.3.4 Caudal de transición, Q_2 (1)

Es el caudal situado entre el caudal permanente Q_3 y el caudal mínimo Q_1, que divide el rango de caudal en dos zonas, la "zona superior" y la "zona inferior", cada una caracterizada por su propio error máximo permitido.

2.3.5 Caudal mínimo, Q_1 (1)

Es el valor del caudal más pequeño al cual debe trabajar el medidor, dentro de los errores máximos permitidos.

2.3.6 Temperatura máxima permitida (mat)

Es la máxima temperatura del agua que el medidor de agua puede soportar permanentemente, dentro de sus condiciones nominales de operación, sin deteriorar su desempeño metrológico.

(1) Expresado en m^3/ h en esta Norma Técnica Ecuatoriana

(Continúa)

2.3.7 Presión máxima permitida (map)

Es la presión interna máxima que el medidor de agua puede soportar permanentemente, dentro de sus condiciones nominales de operación, sin deteriorar su desempeño metrológico.

2.3.8 Temperatura de trabajo, T_T

Es la temperatura promedio del agua en la tubería, medida a la entrada y a la salida del medidor.

2.3.9 Presión de trabajo, P_T

Es la presión promedio del agua en la tubería, medida a la entrada ya la salida del medidor.

2.3.10 Pérdida de presión, ΔP [(2)]

Disminución de la presión, a un caudal dado, debida a la presencia del medidor de agua en la tubería.

2.4 Condiciones de ensayo

2.4.1 Magnitud de influencia

Magnitud que no es el mensurando, pero que afecta el resultado de la medición (VIM 2.7).

2.4.2 Factor de influencia

Magnitud de influencia que tiene un valor dentro de las condiciones de operación del medidor de agua, tal como se especifica en esta Norma Técnica Ecuatoriana.

2.4.3 Perturbación

Magnitud de influencia que tiene un valor dentro de los límites especificados en esta Norma Técnica Ecuatoriana, pero fuera de las condiciones de operación del medidor de agua.

Nota: Una magnitud de influencia se considera una perturbación, si para esa magnitud de influencia las condiciones nominales de operación *no* están especificadas.

2.4.4 Condiciones nominales de operación

Condiciones de uso que proporciona el rango de valores de los factores de influencia, para las cuales los errores (de la indicación) del medidor de agua deben estar dentro de los errores máximos permitidos (adaptado de VIM 5.5).

2.4.5 Condiciones de referencia

Conjunto de valores de referencia, o rangos de referencia de magnitudes de influencia, establecidos para ensayos de funcionamiento del medidor de agua, o para la intercomparación de los resultados de la medición (adaptado de VIM 5.7).

2.4.6 Condiciones límites

Condiciones extremas, incluyendo caudal, temperatura, presión, humedad e interferencia electromagnética, que el medidor de agua debe soportar sin sufrir daños, y sin que su error (de la indicación) se degrade, cuando sea posteriormente puesto en operación dentro de las condiciones nominales de operación (adaptado de VIM 5.6).

[(2)] La pérdida de presión puede ser diferente a la pérdida de presión a caudal permanente Q_3 y a la de caudal de sobrecarga Q_4,

(Continúa)

2.4.7 Ensayo de desempeño

Ensayo cuyo propósito es el de verificar si el medidor de agua (equipo bajo ensayo, EBP) es apto para cumplir las funciones para las cuales fue diseñado.

2.4.8 Ensayo de resistencia

Ensayo diseñada con el propósito de verificar si el medidor de agua es capaz de mantener sus características de funcionamiento a lo largo de su periodo de uso.

2.5 Equipo eléctrico y electrónico

2.5.1 Dispositivo electrónico

Dispositivo que emplea partes electrónicas para realizar una función específica. Los dispositivos electrónicos son generalmente fabricados como unidades separadas, capaces de ser probadas independientemente.

Nota: Los dispositivos electrónicos, citados anteriormente, pueden ser un medidor completo o parte del medidor, como se menciona en los numerales 2.1.1 a 2.1.5 y 2.1.8.

2.5.2 Parte electrónica

Parte de un dispositivo electrónico que emplea componentes electrónicos y tiene sus propias funciones.

2.5.3 Componente electrónico

Entidad física más pequeña que emplea electrones o agujeros de conducción en semiconductores, gases o en vacío.

2.5.4 Dispositivo de verificación

Es un dispositivo que se encuentra incorporado al medidor de agua con dispositivos electrónicos y que hace posible que las fallas importantes sean detectadas y se actúe sobre ellas.

Nota: La verificación de un dispositivo de transmisión tiene como finalidad verificar que toda la información que se transmite (y sólo esa información) es recibida completamente por el equipo receptor.

2.5.5 Dispositivo de verificación automático

Un dispositivo de verificación que opera sin la intervención de un operador.

2.5.6 Dispositivo de verificación automática permanente (tipo P)

Un dispositivo de Verificación automática que opera durante toda la operación de medición.

2.5.7 Dispositivo de verificación automática intermitente (tipo I)

Un dispositivo de verificación automática que opera por ciertos intervalos de tiempo o por números fijos de ciclos de medición.

2.5.8 Dispositivo de verificación *no* automáticos (tipo N)

Dispositivo de verificación que requiere la intervención de un operador.

2.5.9 Fuente de energía

Dispositivo que alimenta los dispositivos electrónicos con la energía eléctrica requerida, utilizando una o más fuentes de AC o DC.

(Continúa)

3. Requisitos metrológicos

3.1 Valores de Q_1. Q_2. Q_3 y Q_4.

3.1.1 Las características de caudal de un medidor de agua deberán ser definidas por los valores de Q_1, Q_2, Q_3 Y Q_4[(3)].

3.1.2 Un medidor de agua deberá ser diseñado con base al valor numérico de Q_3 en m^3/h y la relación Q_3/Q_1.

3.1.3 Los valores de Q_3 deberán escogerse de los valores que aparecen en ISO 4064 – parte1 [4] actualmente bajo revisión. Mientras tanto, los valores de la línea R5 de ISO 3 [5] deben ser usados :

1	1,6	2,5	4	6,3
10	16	25	40	63
100	160	250	400	630
1 000	1 600	2 500	4 000	6 300

Expresado en m^3/h.

Esta lista puede extenderse a valores mayores o menores en las series.

3.1.4 El valor de la relación Q_3/Q_1 deberá ser seleccionado de la siguiente lista:

10	**12,5**	**16**	**20**	**25**	**31,5**	**40**	**50**	**63**	**80**
100	**125**	**160**	**200**	**250**	**315**	**400**	**500**	**630**	**800**

Esta lista puede extenderse a valores mayores en las series.

3.1.5 La relación Q_2/Q_1deberá ser igual a 1,6.

Sin embargo por un período de transición de 5 años Q_2 / Q_1 puede ser 2,5, o 4 o 6,3, a condición de que Q_3 / $Q_2 > 5$

3.1.6 La relación Q_4/Q_3 debe ser igual a 1,25.

3.2 Clases de exactitud y errores máximos permitidos

Los medidores de agua deberán ser diseñados y construidos de tal manera que sus errores (de la indicación) no excedan los errores máximos permitidos tal como se define en los numerales 3.2.1 y 3.2.2 bajo las condiciones nominales de operación.

Estos requisitos deben cumplirse estrictamente.

Los medidores de agua deberán ser diseñados ya sea como de exactitud clase 1 ó de exactitud clase 2, de acuerdo a los requisitos de los numerales 3.2.1 y 3.2.2.

(3) El anexo B describe estos conceptos y su relación con el funcionamiento de medidores de agua.

(Continúa)

3.2.1 Medidores de exactitud clase 1

El error máximo permitido en la zona superior de caudal ($Q_2 \leq Q \leq Q_4$) es ± 1%, para temperaturas de 0,3 °C *a* 30 °C, y ± 3 % para temperaturas mayores *a* 30 °C.

El error máximo permitido para la zona inferior de caudal ($Q_1 \leq Q < Q_2$) es ± 3 %.

La designación de exactitud clase 1 solamente deberá ser aplicada *a* medidores de agua con $Q_3 \geq 100$ m^3/h.

3.2.2 Medidores de exactitud clase 2

El error máximo permitido en la zona superior de caudal ($Q_2 \leq Q \leq Q_4$) es ± 2%, para temperaturas de 0,3 °C *a* 30 °C, y ± 3 % para temperaturas mayores a 30 °C.

El error máximo permitido para la zona inferior de caudal ($Q_1 \leq Q < Q_2$) es ± 5 %.

La designación de exactitud clase 2 deberá ser aplicada a todos los medidores de agua con $Q_3 < 100$ m^3/h, pero puede ser aplicada también a medidores de agua con valores de $Q_3 \geq 100$ m^3/h.

3.2.3 Medidores de agua con calculador separable y sensor de medición

El calculador (incluyendo el dispositivo de indicación) y el sensor de medición (incluyendo los sensores de flujo y de volumen) del medidor de agua, cuando son separables e intercambiables con otros calculadores y sensores de medición de diseños iguales o diferentes, deben ser sujetos a aprobación de modelos por separado.

Los errores máximos permitidos de la combinación del dispositivo de indicación y el sensor de medición no deberán exceder los valores dados en los numerales 3.2.1 y 3.2.2 de acuerdo *a* la clase de exactitud del medidor.

3.2.4 El error relativo (de la indicación) se expresa en porcentaje, y es igual *a:*

$$\frac{V_\ell - V_a}{V_a} \times 100$$

3.2.5 El fabricante deberá especificar si el medidor de agua está o no diseñado para medir flujo en dirección contraria.

Si el medidor está diseñado para medir flujo en dirección contraria, el volumen real que pasa durante el flujo en dirección contraria deberá ser restado del volumen indicado o el medidor deberá almacenarlo por separado. El error máximo permitido en los numerales 3.2.1 y 3.2.2 deberá cumplirse en ambos casos para flujo en dirección normal o contraria.

Si el medidor no ha sido diseñado para medir flujo en dirección contraria, deberá evitarse el flujo en dirección contraria, o el medidor deberá ser capaz de soportar un flujo en dirección contraria que pudiera ocurrir de manera accidental, sin sufrir deterioro alguno o variaciones en sus características metrológicas para flujo en dirección normal.

3.2.6 Los requisitos vinculados a los errores máximos permitidos deberán cumplirse para todas las variaciones de temperatura y presión que puedan ocurrir dentro de las condiciones nominales de operación del medidor de agua.

3.2.7 El totalizador del medidor de agua no deberá cambiar cuando el caudal sea cero.

3.2.8 Los errores máximos permitidos del medidor de agua mientras está en servicio deberán ser el doble de los errores máximos permitidos dados en los numerales 3.2.1 y 3.2.2 de acuerdo a la clase de exactitud del medidor.

(Continúa)

3.3 Requisitos para los medidores y dispositivos auxiliares

3.3.1 Conexiones entre partes electrónicas

Las conexiones entre el sensor de medición, el dispositivo calculador y el indicador deberán ser confiables y durables de acuerdo a lo establecido en los numerales 4.1.3 y 4.3.2.

Este inciso deberá también ser aplicado a conexiones entre dispositivos primarios y secundarios de medidores electromagnéticos.

Nota: Las definiciones de dispositivos primarios y secundarios de medidores electromagnéticos están dados en ISO 4006 [6].

3.3.2 Dispositivo de ajuste

Los medidores pueden ser suministrados con dispositivo electrónico de ajuste, que pueda reemplazar un dispositivo mecánico de ajuste.

3.3.3 Dispositivo de corrección

Los medidores deben adaptarse con dispositivos de corrección, tales dispositivos son considerados como parte integral del medidor. El conjunto de requisitos aplicables al medidor, específicamente los errores máximos permitidos especificados en el numeral 3.2, son por consiguiente aplicables a las correcciones de volumen bajo las condiciones de medición.

En condiciones normales de operación, los volúmenes no corregidos no deberán ser visualizados.

El propósito de un dispositivo de corrección es el de reducir los errores (de la indicación) lo más cerca posible al cero. Los medidores de agua con dispositivos de corrección deberán cumplir los ensayos de funcionamiento de A.6.

Todos los parámetros que no sean medidos y que sean necesarios para realizar correcciones deberán incluirse en el calculador al comenzar la medición. El certificado de aprobación de modelo debe establecer la posibilidad de verificar parámetros que sean necesarios para efectuar correcciones al momento de la verificación del dispositivo de corrección.

El dispositivo de corrección no deberá permitir la corrección de un desvío predeterminado, por ejemplo en relación al tiempo o al volumen.

Si existen instrumentos de medición asociados, estos deberán cumplir con las normas técnicas internacionales o recomendaciones internacionales aplicables. Sus exactitudes deberán ser lo suficientemente buenas para permitir que el medidor cumpla con todos los requerimientos, como se especifica en el numeral 3.2.

Los instrumentos de medición asociados deberán adaptarse con los dispositivos de verificación, como se especifica en el numeral 4.3.6.

Los dispositivos de corrección no deberán ser utilizados para ajustar los errores (de la indicación) del medidor de agua a otros valores que estén cercanos a cero, incluso cuando estos valores estén dentro de los errores máximos permitidos.

3.3.4 Calculador

Todos los parámetros necesarios para la elaboración de las indicaciones sujetas a controles metrológicos, tales como tablas de cálculos o polinomios de corrección, deberán estar presentes en el calculador al inicio de la operación de medición.

El calculador puede estar provisto de interfaces que permitan el acoplamiento de equipos periféricos. Cuando se emplean interfases, el software y el hardware de los medidores de agua deberán continuar funcionando correctamente y sus funciones metrológicas no deberán verse afectadas.

(Continúa)

3.3.5 Dispositivo electrónico de visualización

La visualización continua del volumen durante el periodo de medición no es obligatoria.

Sin embargo, la interrupción de la visualización no deberá interrumpir la acción de la verificación de los dispositivos, si existen.

3.3.6 Dispositivos auxiliares

Los requisitos pertinentes de la OIML R 117 [7] deben ser aplicados cuando los medidores de agua están equipados con cualquiera de los siguientes dispositivos:

- Dispositivo de ajuste a cero;
- Dispositivo indicador de precio;
- Dispositivo de impresión;
- Dispositivo de memoria;
- Dispositivo de preajuste; y
- Dispositivo de autoservicio.

4 Medidores de agua equipados con dispositivos electrónicos

4.1 Requisitos generales

4.1.1 Los medidores de agua con dispositivos electrónicos deberán ser diseñados y construidos de tal forma que no presenten fallas significativas cuando estén expuestos a las perturbaciones especificadas en A.5 del Anexo A.

Estos requisitos deberán cumplirse estrictamente.

4.1.2 Los medidores de agua con dispositivos electrónicos deberán estar provistos con dispositivos de verificación especificados en el numeral 4.3, excepto cuando se trata de mediciones sin retornar a cero para un cliente permanente.

Los dispositivos de verificación son requeridos solamente cuando el volumen de agua entregado es prepagado por el cliente y no puede ser verificado por el proveedor.

Todos los medidores de agua equipados con dispositivos de verificación deberán evitar o detectar el flujo en dirección contraria, como se especifica en el numeral 3.2.5.

4.1.3 Se asume que los medidores de agua provistos de dispositivos de verificación cumplen con los requisitos establecidos en los numerales 3.2 y 4.1.1 si pasan la aprobación de modelo y los ensayos de funcionamiento establecidos en los numerales 6.2.11.1 y 6.2.11.2.

4.1.4 Se asume que los medidores de agua que no están provistos de dispositivos de verificación cumplen con los requisitos establecidos en los numerales 3.2 y 4.1.1 si pasan la aprobación de modelo y los ensayos de funcionamiento especificados en los numerales 6.2.11.1 y 6.2.11.2 bajo las siguientes condiciones:

- Cinco medidores idénticos sometidos a aprobación de modelo;

- Al menos uno de los cinco medidores es sometido a la totalidad de los ensayos; y

- Ningún medidor debe fallar en ninguno de los ensayos.

4.1.5 El medidor debe ser verificado mediante una inspección visual de la pantalla completa y deberá seguir la siguiente secuencia:

(Continúa)

- Visualización de todos los elementos (por ejemplo: un ensayo de "ochos"); y
- Borrar todos los elementos (un ensayo de pantalla en "blanco").

Cada paso de la secuencia deberá durar al menos un segundo.

4.2 Fuente de energía

Esta Norma Técnica Ecuatoriana contempla tres clases diferentes de fuentes de energía para medidores de agua con dispositivos electrónicos:

- Fuente de energía externa;
- Baterías no reemplazables; y
- Baterías reemplazables.

Estos tres tipos de fuentes de energía pueden ser utilizados solos o en combinación.

Los requisitos para cada tipo de fuente de energía se describen a continuación:

4.2.1 Fuente de energía externa

4.2.1.1 Los medidores de agua con dispositivos electrónicos deberán diseñarse de manera que, no se pierda la indicación de volumen del medidor después de que ocurra una falla en la fuente de energía externa (AC o DC), y permanezca accesible por un año mínimo.

El almacenamiento correspondiente deberá efectuarse al menos, una vez al día o por cada volumen equivalente a 10 minutos de caudal en Q_3.

4.2.1.2 Ninguna otra propiedad o parámetro del medidor deberá verse afectado por una interrupción de la alimentación eléctrica.

Nota: El cumplimiento de esta cláusula no garantizará necesariamente que el medidor de agua continuará registrando el volumen consumido durante la falla en la alimentación eléctrica.

4.2.1.3 La alimentación eléctrica deberá estar protegida contra sabotaje.

4.2.2 Baterías no reemplazables

El fabricante deberá señalar el tiempo de vida de la batería, garantizando que el medidor funcionará correctamente durante al menos un año más que el tiempo de vida operacional del medidor.

Nota: Se prevé que una combinación del volumen máximo permitido, volumen visualizado, tiempo de vida operacional indicada, lectura remota y temperaturas extremas se considerarán cuando se especifique una batería durante la aprobación de modelo.

4.2.3 Baterías reemplazables

4.2.3.1 Cuando la fuente de alimentación eléctrica es una batería reemplazable, el Fabricante deberá dar instrucciones precisas para el cambio de la batería.

4.2.3.2 La fecha de cambio de la batería deberá estar indicada en el medidor.

4.2.3.3 Las propiedades y parámetros del medidor no deberán verse afectadas por la Interrupción de la alimentación eléctrica cuando la batería es reemplazada.

Nota: Se prevé que una combinación del volumen máximo permitido, volumen visualizado, lectura remota y temperaturas extremas se considerarán cuando se especifique una batería y durante la aprobación de modelo.

4.2.3.4 La operación de reemplazo de la batería debe realizarse de manera que no necesite romper el sello de la inspección metrológica.

4.2.3.5 El compartimiento de la batería debe estar protegida contra sabotaje.

(Continúa)

4.3 Dispositivos de verificación

4.3.1 Acción de los dispositivos de verificación

La detección de fallas importantes por medio de dispositivos de verificación resultará en los siguientes hechos, de acuerdo al tipo:

Para dispositivos de verificación de los tipos P o I:

- Corrección automática de la falla; o
- Deteniendo solamente el dispositivo defectuoso, cuando el medidor de agua puede continuar cumpliendo con los requisitos sin ese dispositivo.
- Una alarma visible o audible; esta alarma no debe detenerse hasta que la causa de la alarma sea corregida.

Además, cuando el medidor de agua transmite datos a un equipo periférico, la transmisión debe acompañarse de un mensaje indicando la presencia de una falla.

(Este requisito no es aplicable a las perturbaciones especificadas en el punto A.6 del Anexo A).

El instrumento puede estar también provisto con dispositivos que permitan estimar el volumen de agua que pasa a través de la instalación durante la ocurrencia de la falla.

El resultado de esta estimación no debe ser capaz de ser confundido con una indicación válida.

Las alarmas visibles o audibles no son permitidas en el caso del uso por un cliente permanente, mediciones sin retorno a cero y no prepagadas, cuando los dispositivos de verificación sean usados, a menos que esta alarma sea transferida a una estación remota.

Nota: La transmisión de la alarma y repetición de los valores de la medición del medidor a una estación remota no son necesariamente seguros si los valores medidos son repetidos a esa estación.

4.3.2 Dispositivos de verificación del sensor de medición

El objetivo de este dispositivo de verificación es el de verificar la presencia del sensor de medición, su operación correcta y la correcta transmisión de los datos.

La verificación de la operación correcta incluye la detección o prevención de flujo en dirección contraria. Sin embargo, no es necesaria la detección o prevención de flujo en dirección contraria si es operada electrónicamente.

4.3.2.1 Cuando las señales generadas por el sensor de flujo son en forma de pulsos, cada pulso representa un elemento de volumen. La generación, transmisión y recuento de pulsos debe cumplir con lo siguiente:

- Conteo correcto de los pulsos;
- Detección de flujo en dirección contraria, si es necesario; y
- Verificación de funciones correctas.

Esto puede lograrse por medio de:

- Sistema de tres pulsos por medio de indicadores de pulsos o de posición de pulsos.
- Sistema con línea de doble pulso por medio de indicadores de pulsos o de posición de pulsos
- Sistema de doble pulso con pulsos positivos y negativos dependiendo de la dirección del flujo.

(Continúa)

Estos dispositivos de verificación deben ser del tipo P.

Durante la aprobación de modelo debe ser posible verificar que estos dispositivos de verificación funcionan correctamente, ya sea:

- Desconectando el sensor; o
- Interrumpiendo uno de los sensores generadores de pulsos; o
- Interrumpiendo la alimentación eléctrica del sensor.

4.3.2.2 Para medidores electromagnéticos solamente, cuando las amplitudes de las señales generadas por el sensor de medición es proporcional al caudal, se puede utilizar el siguiente procedimiento:

Alimentar la entrada del dispositivo secundario con una señal simulada con una forma similar a la señal de medición que represente un caudal entre el mínimo y el máximo caudal del medidor. El dispositivo de verificación debe verificar los dispositivos primarios y secundarios. El valor digital equivalente es revisado para verificar que este se encuentra dentro de los límites preestablecidos dados por el fabricante y son consistentes con los errores máximos permitidos.

Estos dispositivos de verificación deben ser de los tipos P ó I. Para dispositivos del tipo I, la verificación debe realizarse al menos cada cinco minutos.

Nota: Siguiendo este procedimiento, no se requieren dispositivos de verificación adicionales (más de dos electrodos, transmisión de doble señal, etc.).

4.3.2.3 La longitud máxima permitida del cable entre el dispositivo primario y secundario de un medidor electromagnético, no debe ser mayor de 100 metros como se encuentra establecido en la Norma ISO 6817:1992 [8] ni mayor que el valor L expresado en metros de acuerdo a la siguiente fórmula, cualquiera que sea menor:

$$L = (k \times c)/(f \times C)$$

Donde:

$k = 2 \times 10^{-5}$ m;
c es la conductividad del agua, en *S/m;*
f es el campo de frecuencia durante el ciclo de medición, en Hz; y
C es la capacitancia efectiva por metros del cable, en *F/m.*

Nota: No es necesario cumplir con todos estos requerimientos si las soluciones de los fabricantes conducen a resultados equivalentes.

4.3.2.4 Para otras tecnologías deberán desarrollarse los dispositivos de Verificación que suministren niveles equivalentes de seguridad.

4.3.3 Dispositivos de verificación para el calculador

El objetivo de estos dispositivos de verificación es verificar que el sistema de calculador funcione correctamente y asegure la validez de los cálculos realizados.

No se requieren indicaciones especiales para indicar que esos dispositivos de verificación funcionan correctamente.

4.3.3.1 Los dispositivos de verificación del funcionamiento del sistema de cálculos
deben ser del tipo P o I para el tipo I la revisión debe hacerse al menos una vez por día o para todos los volúmenes equivalentes a 10 minutos de caudal en Q_3.

El objetivo de estos dispositivos de verificación es verificar que:

a) Los valores de todas las instrucciones permanentemente memorizadas y los datos son correctos, tales como:

(Continúa)

- Suma de todas las instrucciones y códigos de datos y comparando la suma con un valor fijado;
- la paridad de líneas y columnas (revisar la redundancia longitudinal y vertical);
- revisar la redundancia cíclica (CRC 16);
- doble almacenamiento de datos independientes; y
- almacenamiento de datos en .códigos de seguridad", por ejemplo protegidos por revisión de suma, paridad de líneas y columnas.

b) Todos los procedimientos de transferencia interna y almacenamiento de datos importantes se desarrollan correctamente, tales como:

- La rutina de escritura y lectura;
- Conversión y reconversión de códigos;
- Uso de "códigos de seguridad" (revisión de sumas, paridad de datos); y
- Doble almacenamiento.

4.3.3.2 Los dispositivos de revisión para la validez de los cálculos pueden ser tipo P o tipo I. Para tipo I la revisión debe ser al menos una vez por día o para todos los volúmenes equivalentes a 10 minutos de caudal en Q_3.

Esto consiste en la revisión de los valores correctos de todos los datos relacionados con las mediciones. Sin embargo, estos datos son almacenados internamente o transmitidos a equipos periféricos a través de una interfase. Esta revisión puede ser realizada para la paridad, revisión de la suma o doble almacenaje. Además, los sistemas de cálculos deben ser provistos con dispositivos que controlen la continuidad del programa de cálculo.

4.3.4 Dispositivo de revisión para el dispositivo indicador

El objetivo de este dispositivo es verificar que las indicaciones primarias son mostradas y que corresponde a los datos proporcionados por el calculador.

Además, el objetivo es verificar la presencia de dispositivos de indicación cuando los mismos son móviles. Estos dispositivos de revisión deben cumplir con lo dispuesto en 4.3.4.1 o con lo definido en 4.3.4.2.

4.3.4.1 Los dispositivos de revisión del dispositivo indicador son tipo P; sin embargo, pueden ser del tipo I si la indicación primaria es proporcionada por otro dispositivo.

Debe incluir, por ejemplo:

- Dispositivos indicadores usando filamentos incandescentes o luces emitidas por diodos, midiendo la corriente en los filamentos;
- Dispositivos indicadores usando tubos fluorescentes, midiendo el voltaje; y
- Dispositivos indicadores usando cristales líquidos variados, revisión de salida del control de voltaje del segmento de líneas y de electrodos comunes, así como para detectar cualquier desconexión o corto circuito entre circuitos de control.

Las revisiones mencionadas en el numeral 4.1.5 no son necesarias.

4.3.4.2 Los dispositivos de control para el dispositivo indicador pueden incluir tipo P o tipo I para los circuitos electrónicos usados para el dispositivo indicador (excepto los circuitos de manejo de la misma pantalla); estos dispositivos de verificación deberán cumplir los requisitos del numeral 4.3.3.2.

4.3.4.3 Cuando *sea* posible durante la aprobación de modelo se debe determinar que el dispositivo de verificación del dispositivo indicador está trabajando, ya *sea:*

(Continúa)

- Desconectando todas las partes del dispositivo indicador, o
- Simulando una falla en la pantalla, tal como usando un botón de ensayo.

4.3.5 Dispositivo de revisión para dispositivos auxiliares

Un dispositivo auxiliar (dispositivo de repetición, dispositivo de impresión, dispositivo de memoria, etc.) con indicaciones primarias deben incluir dispositivos de revisión de tipo P o tipo I. El objetivo de este dispositivo de verificación es revisar la presencia de dispositivos auxiliares, cuando es necesario dicho dispositivo y verificar el correcto funcionamiento y transmisión.

4.3.6 Dispositivos de verificación para los instrumentos de medición asociados.

Los instrumentos de medición asociados deben incluir un dispositivo de verificación del tipo P ó I. El objetivo de este dispositivo de verificación debe garantizar que la señal suministrada por los instrumentos asociados esté dentro de un rango de medida predeterminado.

Ejemplos:

- Cuatro alambres de transmisión para sensores de temperatura tipo resistencia: y
- Control de la corriente de sensores de presión de 4 - 20 mA.

5 Requisitos técnicos

5.1 Materiales y construcción del medidor de agua

5.1.1 El medidor de agua debe construirse con materiales que tengan una adecuada resistencia y durabilidad para el propósito para el que será usado.

5.1.2 El medidor debe construirse con materiales que no se alteren adversamente con las variaciones de temperatura del agua, dentro de los límites de temperatura de trabajo. (Ver el numeral 5.4)

5.1.3 Todas las partes del medidor en contacto con el agua que lo atraviesa, debe construirse con materiales convencionalmente conocidos como no tóxicos, no contaminantes y biológicamente inertes[4].

5.1.4 El medidor de agua completo debe hacerse con materiales resistentes a la corrosión interna y externa normales o cuya protección haya sido asegurada por la aplicación de un tratamiento superficial adecuado.

5.1.5 El dispositivo indicador del medidor de agua debe protegerse con una ventana transparente. Debe proveerse igualmente con una tapa conveniente, como medio de protección suplementaria.

5.1.6 El medidor de agua deberá tener dispositivos para la eliminación de la condensación de agua, si ésta pudiera producirse por debajo de la ventana del dispositivo indicador del medidor.

5.2 Ajuste y corrección

5.2.1 El medidor de agua estará provisto con un dispositivo de regulación, y/o corrección.

5.2.2 Si estos dispositivos se montan en el exterior del cuerpo del medidor de agua, el dispositivo deberá sellarse. (Ver numeral 5.8.2).

5.3 Condiciones de instalación [5]

5.3.1 El medidor de agua debe instalarse en *forma* tal que sea llenado completamente de agua, en las condiciones normales de utilización.

[4] Las regulaciones nacionales deben aplicarse
[5] *ver documento internacional OIML D 4 Condiciones de instalación y almacenamiento de medidores de agua fría [9].*

(Continúa)

5.3.2 En el caso que la exactitud del medidor pudiera modificarse como consecuencia de la presencia de partículas sólidas en el agua (por ejemplo en medidores de agua con turbina y medidores de agua por desplazamiento), el medidor debe estar provisto con un tamiz *o* filtro, instalado en su entrada o en el conducto de entrada ([6].

5.3.3 Se deben tomar las previsiones para que permitan al medidor de agua estar en lo posible, correctamente nivelado durante la instalación [7].

5.3.4 Si la exactitud del medidor de agua pudiera modificarse por perturbaciones en la tubería aguas arriba o aguas abajo (por ejemplo por la presencia de codos, válvulas o bombas) el medidor debe instalarse con una longitud suficiente de tuberías rectas con o sin amortiguador del caudal, como especifica el fabricante, de *forma* que las indicaciones del medidor instalado satisfagan los requisitos de los numerales 3.2.1 o 3.2.2, relativo a los errores máximos permitidos y de acuerdo a la clase de exactitud del medidor.

5.4 Condiciones nominales de operación

Las condiciones nominales que el medidor de agua deberá tener son las siguientes:

Rango de Caudal:	Q_1 a Q_3 inclusive;
Rango de Temperatura ambiente:	+ 5°C hasta +55°C ;
Rango de Humedad ambiental	0% hasta 100%, excepto para dispositivos de indicación remota donde el rango va de 0% hasta el 93%
Rango de Temperatura de trabajo (agua):	0,3 °C has ta 30 °C La temperatura máxima permitida (tmp) del agua puede ser mayor que 30°C si las regulacion es nacionales lo requieren.
Rango de Presión de trabajo (agua):	0,03 MPa (0,3 bar)[8] hasta al menos 1 MPa (10 bar), excepto para medidores de diámetro ≥ 500 mm, donde la presión máxima permitida (pmp) debe ser 0,6 MPa (6 bar)

5.5 Pérdida de presión

La pérdida de presión a través del medidor de agua que incluye su filtro en el caso que éste constituya una parte integral del medidor no debe ser mayor a 0,1 MPa (1 bar) [8] entre Q_1 y Q_4[9].

5.6 Marcas e inscripciones

El medidor de agua deberá tener la siguiente información en forma clara e indeleble, ya sea agrupada o distribuida en su cuerpo, en la carátula del dispositivo indicador, en una placa de identificación, o en la tapa del medidor si ésta no es desmontable.

---

(6) *Los* encargados de la instalación deberán observar *y* remover las partículas sólidas que puedan alojarse en el medidor de agua por ejemplo, cuando se hacen trabajos en las tuberías aguas arriba del medidor.

(7) *Puede utilizarse una superficie plana sobre la cual puede colocarse permanentemente o temporalmente un dispositivo de nivelación.*

(8) *La unidad del bar puede ser utilizada cuando las regulaciones nacionales lo permitan.*

(9) La máxima pérdida de presión a un caudal permanente Q_3 o un caudal sobrecargado Q_4

(Continúa)

(a) Unidad de medida: metro cúbico (ver 5.7.1.2)

(b) Clase de exactitud, si es diferente a la clase 2.

(c) Valores numéricos de: Q_3, la relación Q_3/Q_1, y la relación Q_2/Q_1 cuando sea diferente de 1,6;

(d) Marca o sello de aprobación de modelo

(e) Nombre o marca del fabricante;

(f) Año de fabricación y número de serie (lo más cerca posible al dispositivo de indicación);

(g) Sentido de circulación del agua (indicado en uno o en ambos lados del cuerpo, de forma tal que el sentido de circulación sea visible en todas las circunstancias);

(h) Presión máxima permitida (pmp) de servicio, si ésta es superior a 1 MPa (10 bar)[(8)]

(i) la letra V o H, para indicar si el medidor puede operar solamente en la posición horizontal o vertical.

(j) Temperatura máxima permitida (tmp**)** del agua, si es superior a 30 °C; y

(k) El fabricante deberá indicar la pérdida máxima de presión

Para medidores de agua con dispositivos electrónicos, se deberán aplicar las siguientes inscripciones adicionales cuando sea apropiado:

(l) Para la fuente de energía externa: el voltaje y la frecuencia;

(m) Para baterías reemplazables: la fecha en la que se debe reemplazar la batería; y

(n) Para baterías no reemplazables: la fecha en la que el medidor deberá ser reemplazado.

5.7 Dispositivo indicador

5.7.1 Requisitos generales

5.7.1.1 Función

El dispositivo de indicación del medidor de agua debe permitir una lectura fácil, confiable y sin ambigüedad del volumen indicado.

El dispositivo de indicación debe incluir instrumentos de visualización para ensayos y calibraciones.

El dispositivo de indicación puede incluir elementos adicionales para ensayos y calibraciones por medio de otros métodos; por ejemplo: ensayos y calibraciones automáticas.

5.7.1.2 Unidad de medida, símbolo y ubicación

El volumen de agua indicado deberá expresarse en metros cúbicos. El símbolo m^3 deberá aparecer en la carátula o inmediatamente adyacente a la pantalla numerada.

5.7.1.3 Rango de indicación

El dispositivo de indicación debe ser capaz de registrar el volumen indicado en metros cúbicos correspondientes al menos a 1 600 horas (valor redondeado) de operación a caudal permanente Q_3 sin pasar a través del cero. Este requisito se resume en la Tabla 1.

(Continúa)

Tabla 1. Rango de indicación de los medidores de agua

Q_3 m^3/h	Rango de indicación (valores mínimos) m^3
$Q_3 \leq 6,3$	9 999
$6,3 < Q_3 \leq 63$	99 999
$63 < Q_3 \leq 630$	999 999
$630 < Q_3 \leq 6\ 300$	9 999 999

5.7.1.4 Código de colores para dispositivos de indicación

El color negro se debe utilizar para indicar el metro cúbico y sus múltiplos.

El color rojo se debe utilizar para indicar los submúltiplos de un metro cúbico.

Estos colores deberán emplearse ya sea en las agujas, índice, números, ruedas, discos, diales o en los bordes de las aberturas.

Otra forma de indicar el metro cúbico, sus múltiplos y submúltiplos puede ser utilizada para medidores de agua electrónicos, siempre que no exista ambigüedad para distinguir entre una indicación primaria y visualizaciones opcionales, por ejemplo submúltiplos para verificación y ensayos.

5.7.2 Tipos de dispositivos de indicación

Podrán utilizarse cualquiera de los siguientes tipos de dispositivos:

5.7.2.1 Tipo 1 - Dispositivo analógico

El volumen medido es indicado por medio del movimiento continuo de:

(a) Uno o más punteros que se mueven relativamente con respecto a una escala graduada.

(b) Una o más escalas circulares o cilindros cada una de las cuales pasa por un índice.

El valor para cada división de escala expresado en metros cúbicos deberá ser de la forma 10^n, donde n es un número positivo o negativo o cero, de ello se establece un sistema de decenas consecutivas. Cada escala deberá estar graduada en valores expresados en metros cúbicos o acompañada por un factor de multiplicación (x 0,001; x 0,01;x 0,1;x1;x10;x 100;x 1000,etc.).

El movimiento rotacional de los punteros o de las escalas circulares debe ser en el sentido de las manecillas del reloj.

El movimiento lineal de las escalas debe ser de izquierda a derecha.

El movimiento de los rodillos indicadores (cilindros) debe ser hacia arriba.

5.7.2.2 Tipo 2- Dispositivo digital

El volumen indicado debe darse por medio de una línea de dígitos adyacentes que aparecen en una o más aberturas. El movimiento de un dígito dado se completa cuando el dígito de la decena inmediatamente más baja cambia de 9 a 0.

El movimiento de los rodillos de indicación (cilindros) debe ser hacia arriba.

La decena de valor más bajo debe tener un movimiento continuo, la abertura debe ser lo suficientemente grande como para permitir que se lea un dígito con claridad.

(Continúa)

La altura aparente de los dígitos debe ser de al menos 4 mm.

5.7.2.3 Tipo 3- Combinación de dispositivos análogos y digitales

El volumen indicado es dado por una combinación de dispositivos del 1 y 2 y los requisitos respectivos que aplican a cada uno.

5.7.3 Dispositivos suplementarios

Además los dispositivos de indicación anteriormente descritos en los numerales 5.7.1 y 5.7.2, el medidor de agua debe incluir dispositivos suplementarios, los cuales pueden ser incorporados permanentemente o ser añadidos temporalmente.

El dispositivo puede ser utilizado para detectar el movimiento del sensor de flujo antes de que eso sea claramente visible a través del dispositivo de indicación.

Cuando las regulaciones nacionales lo permitan el dispositivo puede ser utilizado para realizar ensayos y verificaciones y para realizar lecturas remotas de medidores de agua, facilitando que otros instrumentos garanticen la operación satisfactoria del medidor de agua.

5.7.4 Dispositivos de verificación - Elemento primario de un dispositivo de indicación - intervalo de escala de verificación.

5.7.4.1 Requisitos generales

Cada uno de los dispositivos de indicación deben facilitar ensayos de verificación y calibración visuales y no ambiguas.

La pantalla de verificación visual debe tener un movimiento continuo o discontinuo.

Además de la pantalla de verificación visual, debe incluir un dispositivo de indicación para ensayos rápidos por medio de la incorporación de elementos complementarios (por ejemplo: estrellas giratorias o discos), proporcionando señales a través de sensores conectado externamente.

5.7.4.2 Verificación visual de las pantallas

5.7.4.2.1 Valor del intervalo de escala de verificación

El valor del intervalo de escala de verificación expresado en metros cúbicos debe ser de la siguiente manera: 1×10^n, ó 2×10^n ó 5×10^n, donde n es un número entero positivo o negativo, o cero.

Para dispositivos de indicación análogos y digitales con movimiento continuo del elemento primario, la escala de verificación se establece por la división de 2, 5 ó 10 partes iguales del intervalo entre dos dígitos consecutivos del elemento primario. No se debe emplear numeraciones para estas divisiones.

Para dispositivos de indicación digital con movimiento discontinuo del elemento primario el intervalo de escala de verificación está entre dos dígitos consecutivos o movimientos crecientes del elemento primario.

5.7.4.2.2 Formas de la escala de verificación

En los dispositivos con movimiento continuo del elemento primario, la separación aparente de la escala no debe ser menor de 1 mm y no mayor de 5 mm. La escala debe tener:

- Ya sean líneas de igual espesor que no excedan un cuarto del espacio de la escala y que difieran sólo en longitud; o
- Bandas contrastantes de ancho constante e igual al espaciamiento de la escala.

El ancho aparente de la aguja o indicador así como su punta no debe exceder un cuarto (1/4) del espaciamiento de escala y en ningún caso debe ser mayor de 0,5 mm

(Continúa)

5.7.4.2.3. Resolución del dispositivo de indicación

Las subdivisiones de la escala de verificación deben ser lo suficientemente pequeñas como para garantizar que el error de resolución del dispositivo de indicación no exceda el 0,25% para medidores clase 1, y 0,5% para medidores de clase 2, del volumen real que atraviesa el medidor durante 1 hora 30 minutos al caudal mínimo Q_1.

Nota: Cuando la pantalla del elemento primario es continua, se debe hacer una asignación al error máximo en cada lectura de no más de la mitad del intervalo de escala de verificación.

Cuando la pantalla del elemento primario es discontinua, se debe hacer una asignación para el error máximo en cada lectura de no más de un dígito de la escala de verificación.

5.8 Marcas de verificación y dispositivos de protección

5.8.1 Se debe facilitar un lugar en el medidor de agua para pegar la marca de verificación principal, la cual debe estar visible sin necesidad de desmontar el medidor de agua.

5.8.2 Los medidores de agua deben incluir dispositivos de protección los cuales pueden estar sellados para prevenir que los dispositivos de ajuste o de corrección sufran daños antes y después de la instalación correcta del medidor de agua, de su desinstalación o modificación.

5.8.3 Sellado de los dispositivos electrónicos

5.8.3.1 Cuando el acceso a parámetros que influyen en la determinación de los resultados de la medición no se encuentre protegida por dispositivos de sellado mecánico la protección debe cumplir con lo siguiente:

(a) Sólo se permitirá el acceso a personas autorizadas, por ejemplo: por medio de un código (palabra-clave) o a través de un dispositivo especial (por ejemplo una llave).

Él código debe tener la capacidad de ser cambiado; y

(b) Debe ser posible que al menos la última intervención sea memorizada. El registro debe incluir la fecha y un elemento característico que identifique la persona autorizada que hizo la intervención (ver el punto (a) arriba citado). La trazabilidad de la última intervención debe ser segura durante al menos dos años, si no se sobrescribe en el caso de que se amerite una intervención adicional. Si es posible memorizar más de una intervención y si se permite borrar la intervención previa para permitir un nuevo registro, la última grabación debe ser borrada.

5.8.3.2 Para medidores que tengan partes que pueden ser desconectadas una de otra por el usuario y que son intercambiables, se deben cumplir las siguientes cláusulas:

(a) No debe ser posible el acceso a parámetros que contribuyan en la determinación de los resultados de la medición a través de los puntos de desconexión a menos que se cumplan con las cláusulas del numeral 5.8.3.1

(b) Se debe prevenir interponer cualquier dispositivo que pueda influir en la exactitud, por medio de la electrónica y seguridades del procesamiento de datos, así esto no es posible, por medios mecánicos

5.8.3.3 Para medidores que poseen partes que pueden ser desconectadas unas de otras por el usuario y que no son intercambiables, se deben aplicar las cláusulas del numeral 5.8.3.2. Por otra parte, estos medidores deben estar provistos con dispositivos que no puedan ser operados si varias partes no están conectadas de acuerdo a la configuración del fabricante.

Nota: Se deben prevenir desconexiones por parte del usuario, por ejemplo, a través de algún dispositivo que impida cualquier medición después de desconectar y reconectar.

(Continúa)

6 Controles metrológicos

6.1 Condiciones de referencia

Todas las magnitudes de influencia, a excepción de la magnitud de influencia que está siendo ensayada debe mantenerse dentro de los siguientes valores durante el ensayo de aprobación de modelo del medidor de agua:

Caudal: $0,7 \times (Q_2 + Q_3) \pm 0,03 \times (Q_2 + Q_3)$;
Temperatura de trabajo: (20 ± 5) °C;
Temperatura ambiente: (20± 5) °C;
Humedad relativa del ambiente: (60±15)%;
Presión atmosférica ambiente: 86 kPa a 106 kPa (0,86 a 1,06 bar).

6.2 aprobación de modelo

6.2.1 Antes de realizar los ensayos de aprobación de modelo, cada uno de los modelos de medidor de agua que serán sometidos al ensayo deben ser inspeccionados externamente para comprobar que cumplen con las cláusulas de esta Norma.

6.2.2 Los ensayos de aprobación de modelo deben realizarse con una cantidad mínima de muestras de cada modelo, tal como se muestra en la Tabla 2 que esta en función del Q_3 del medidor de agua del modelo presentado.

El laboratorio responsable de efectuar la aprobación de modelo puede solicitar más muestras.

Tabla 2. Número de medidores de agua a ser ensayados

Designación del medidor Q_3 (m^3/h)	**Cantidad mínima de medidores**
$Q_3 \leq 160$	3
$160 < Q_3 \leq 1\,600$	2
$1\,600 < Q_3$	1

Nota: Se requieren muestras adicionales cuando se trata de medidores equipados con dispositivos electrónicos. (Ver numeral 4.1.4).

Los requisitos de los numerales 3.2.1 y 3.2.2 deben aplicarse a todos los medidores ensayados, de acuerdo a la clase de exactitud del medidor.

6.2.3 Durante el ensayo, la presión del medidor de agua a la salida debe ser de al menos 0,03 MPa (0,3 bar).

6.2.4 Errores (de la indicación)

6.2.4.1 Los errores (de la indicación) del medidor de agua (en la medición del volumen real) debe medirse dos veces para cada uno de los siguientes siete caudales:

(a) Entre Q_1 *y* $1,1\ Q_1$

(b) Entre $0,5\ (Q_1 + Q_2)$ *y* $0,55\ (Q_1 + Q_2)$ para $(Q_2 / Q_1 > 1,6)$

(c) Entre Q_2 *y* $1,1\ Q_2$

(d) Entre $0,33\ (Q_2 + Q_3)$ *y* $0,37\ (Q_2 + Q_3)$

(e) Entre $0,67\ (Q_2 + Q_3)$ *y* $0,74\ (Q_2 + Q_3)$

(f) Entre $0,9\ Q_3$ *y* Q_3; y

(g) Entre $0,95\ Q_4$ *y* Q_4.

(Continúa)

Los errores (de la indicación) observados para cada uno de los siete caudales no deben exceder los errores máximos permitidos establecidos en los numerales 3.2.1 *y* 3.2.2. Si el error (de la indicación) observado en uno *o* más medidores es mayor que el error máximo permitido en un solo caudal, debe repetirse el ensayo a ese caudal. El ensayo debe ser declarado satisfactorio si dos de los tres resultados están situados dentro de los errores máximos permitidos *y* la media aritmética de los resultados para los tres ensayos a ese caudal es menor *o* igual que el error máximo permitido.

6.2.4.2 Si todos los errores (de la indicación) del medidor de agua tienen el mismo signo, al menos uno de los errores no debe exceder la mitad del error máximo permitido.

6.2.4.3 Si el medidor está marcado para operar en cierta orientación, debe ser probado en esa orientación.

En ausencia de esa marca el medidor debe ser ensayado en al menos tres orientaciones (horizontal, vertical *y* una posición intermedia).

6.2.4.4 Se recomienda que la curva de error característica para cada medidor sea representada en términos de una curva de error *versus* caudal, *ya* que debe evaluarse el desempeño en general del medidor de agua dentro de su rango de caudales.

6.2.5 El medidor de agua debe ser capaz de soportar los siguientes ensayos de presión sin sufrir filtraciones *o* daños:

- 1,6 veces la presión máxima permitida aplicada por 15 minutos; y
- dos veces la presión máxima permitida aplicada por un minuto

6.2.6 Los valores de la pérdida de presión deben determinarse al menos el caudal de sobrecarga Q_4 para verificar que esta pérdida de presión cumple con los requisitos del numeral 5.5.

Si la pérdida máxima de presión ocurre en el caudal más bajo, debe medirse la pérdida de presión a ese caudal.

6.2.7 El medidor de agua debe ser sometido a los ensayos de resistencias descritas en la Tabla 3, de acuerdo al caudal permanente Q_3 y el caudal de sobrecarga Q_4 del medidor simulando las condiciones de servicio.

Después de cada uno de estos ensayos los errores del medidor de agua deben ser medidos en los caudales dados en el numeral 6.2.4.1 y deberán aplicarse los criterios de los numerales 6.2.7.1 ó 6.2.7.2.

6.2.7.1 Medidores de agua clase de exactitud 1

Para medidores de agua clase de exactitud 1, la variación en la curva de error (de la indicación) no debe exceder el 2 % para caudales en la zona inferior ($Q_1 \leq Q < Q_2$), y el 1% para caudales en la zona superior ($Q_2 \leq Q \leq Q_4$).

La curva del error (de la indicación) no debe exceder un límite máximo de error de ± 4 % para caudales en la zona inferior ($Q_1 \leq Q < Q_2$) y ± 1,5 % para caudales en la zona superior ($Q_2 \leq Q \leq Q_4$).

Para los propósitos de estos requisitos se deben aplicar los valores promedios de los errores (de la indicación).

6.2.7.2 Medidores de agua clase de exactitud 2

Para medidores de agua clase de exactitud 2, la variación en la curva de error (de la indicación) no debe exceder el 3 % para caudales en la *zona* inferior ($Q_1 \leq Q < Q_2$), y el 1,5 % para caudales en la *zona* superior ($Q_2 \leq Q \leq Q_4$).

La curva del error (de la indicación) *no* debe exceder un límite máximo de error de ± 6 % para caudales en la zona inferior ($Q_1 \leq Q < Q_2$) y ± 2,5 % para caudales en la zona superior ($Q_2 \leq Q \leq Q_4$).

(Continúa)

Para los propósitos de estos requisitos se deben aplicar los valores promedios de los errores (de la indicación)

Tabla 3. Ensayos de resistencia

Caudal permanente del medidor de agua (Q_3)	Ensayo del caudal	Ensayo de tipo	Número de interrup-ciones	Duración de las pausas	Período de operación al caudal de ensayo	Duración del arranque y parada
Q_3 16 m^3/h	Q_3 Q_4	Discontinua Continua	100 000	15 s	15 s 100 h	0,15 (Q_3)*s con un mínimo de 1 s
$Q_3 > 16$ m^3/h	Q_3 Q_4	Continua Continua			800 h 200 h	
* Q_3 es un número igual al valor de Q_3 expresado en m^3/h						

6.2.8 Documentación

6.2.8.1 La aplicación de la aprobación de modelo a un medidor de agua o a un calculador (incluyendo el dispositivo de indicación) o a un sensor de medición debe incluir la siguiente documentación:

- Una descripción que proporcione las características técnicas y principios de operación;
- Un dibujo o fotografía del medidor de agua completo o del calculador o del transductor de medición;
- Una lista de las partes con una descripción de los materiales constitutivos, cuando esas partes tengan una influencia metrológica;
- Un dibujo de ensamblaje con la identificación de las diferentes partes;
- Para medidores acondicionados con dispositivos de corrección, una descripción de cómo se determinan los parámetros de corrección.
- Un dibujo que muestre la ubicación de los sellos y marcas de verificación; y
- Un dibujo de las marcas de regulación.

6.2.8.2 Además, la aplicación de la aprobación de modelo de un medidor de agua con dispositivos electrónicos debe incluir:

- Una descripción funcional de los diversos dispositivos electrónicos.
- Un diagrama de flujo de la lógica, mostrando las funciones de los dispositivos electrónicos; y
- Cualquier documento o evidencia que muestre que el diseño y construcción del medidor de agua con dispositivos electrónicos cumple con los requisitos de esta norma, en especial con los numerales 4.1 y 4.3.

6.2.8.3 El solicitante que busca la aprobación de modelo debe proporcionar al organismo responsable de la evaluación un medidor o calculador (incluyendo el dispositivo de indicación) o un transductor que sea representativo del modelo final.

Muestras adicionales del modelo pueden ser considerados por la autoridad responsable de la evaluación de modelo para estimar la reproducibilidad de las mediciones.

(Continúa)

6.2.9 Certificado de aprobación de modelo

En el certificado de aprobación de modelo debe aparecer la siguiente información:

- Nombre y dirección del receptor del certificado;
- Nombre y dirección del fabricante, si no es el receptor;
- Tipo y/o designación comercial;
- Principales características técnicas y metrológicas;
- Marca de aprobación de modelo;
- Periodo de validez;
- Clasificación ambiental, si es aplicable (ver el Anexo A.2);
- Información de la ubicación de las marcas de aprobación de modelo, verificación inicial y sello (por ejemplo: una fotografía o dibujo).
- Una lista de los documentos que acompañan el certificado de aprobación de modelo; y
- Comentarios específicos.

Cuando sea aplicable, la versión de la parte metrológica en la evaluación de un Software debe indicarse en el certificado de aprobación de modelo o en sus anexos (Archivo técnico).

6.2.10 Modificación de una aprobación de modelo

6.2.10.1 El receptor de la aprobación de modelo debe informar al organismo responsable de la aprobación de cualquier modificación o adición concerniente al modelo aprobado.

6.2.10.2 Las modificaciones y adiciones deben someterse a una aprobación de modelo suplementaria cuando éstas influyan o se presuma que influyan en los resultados de la medición o en las condiciones regulatorias de uso.

El organismo teniendo el modelo inicial aprobado debe decidir si las inspecciones y ensayos descritos abajo deben ser llevadas a cabo en el modelo modificado tomando en cuenta la naturaleza de la modificación.

6.2.10.3 Si el organismo teniendo el modelo inicial aprobado considera que las modificaciones o adiciones no influyen presumiblemente en los resultados de la medición, este organismo debe permitir que los medidores modificados sean presentados para una verificación inicial sin conceder una aprobación de modelo suplementaria.

Una aprobación de modelo nueva o suplementaria debe ser expedida siempre que el modelo modificado no cumpla completamente con los requerimientos de la aprobación de modelo inicial.

6.2.11 Aprobación de modelo de medidores de agua con dispositivos electrónicos

Además, de los exámenes o ensayos descritas en los párrafos anteriores, un medidor de agua con dispositivos electrónicos debe ser sometido a los siguientes inspecciones y ensayos.

6.2.11.1 Inspección de diseño

Este examen de documentos tiene como finalidad verificar que el diseño de los dispositivos electrónicos y de sus dispositivos de verificación si aplica, cumple con los requisitos de esta Norma, en particular con el del numeral 4. Esto incluye:

(a) Un examen del método de construcción y de los subsistemas electrónicos y componentes utilizados, verificar sus propiedades para el uso pretendido.

(b) Consideración de las fallas que probablemente puedan ocurrir, verificar que en todos los casos considerados estos dispositivos cumplen con los numerales 4.1 y 4.3

(c) Verificación de la presencia y efectividad de los dispositivos de ensayos para los dispositivos de verificación, si se requiere.

(Continúa)

6.2.11.2 Ensayos de funcionamiento

Los ensayos de funcionamiento que se especifican en el Anexo A tienen como finalidad verificar que el medidor de agua cumple con los requisitos de los numerales 3.2 y 4.1.1 considerando las magnitudes de influencia.

(a) Funcionamiento bajo los efectos de los factores de influencia:

Cuando se someten a los efectos de factores de influencia como se indica en el Anexo A, el equipo debe continuar operando correctamente y los errores (de indicación) no deben exceder los errores máximos permitidos aplicables.

(b) Funcionamiento bajo los efectos de perturbaciones:

Cuando se someta a perturbaciones externas como se establece en el Anexo A, el equipo debe continuar operando correctamente y no deben ocurrir fallas significativas.

6.2.11.3 Equipo bajo ensayo (EBP)

Cuando los dispositivos electrónicos forman parte integral del medidor de agua, se deben llevar a cabo ensayos en todo el medidor de agua.

Si los dispositivos electrónicos del medidor de agua se encuentran en un alojamiento separado, sus funciones electrónicas se deben probar, independientemente del transductor de medición del medidor de agua, por medio de simulación de señales que representen la operación normal del medidor, en cuyo caso debe probarse el dispositivo electrónico en su alojamiento definitivo.

En todos los casos, los equipos auxiliares deben probarse separadamente.

6.3 Verificación inicial

6.3.1 Los medidores de agua deben someterse a los ensayos de verificación inicial que se indican a continuación. Esta verificación debe llevarse a cabo luego de que se haya concedido la aprobación de modelo.

6.3.2 Los medidores de agua que tengan el mismo tamaño y modelo pueden ser probados en serie, no obstante en este caso los requisitos del punto 6.2.3 (concernientes a la presión de salida del medidor de agua) deben cumplirse para cada medidor de agua, y no debe haber interacciones significantes entre los medidores de agua.

6.3.3 Los errores (de la indicación) de los medidores de agua en la medición del volumen real debe determinarse para al menos los siguientes tres caudales:

(a) Entre Q_1 y 1,1 Q_1

(b) Entre Q_2 y 1,1 Q_2; y

(c) Entre 0,9 Q_3 y Q_3.

Sin embargo, dependiendo de la forma de la curva de error, se pueden incluir caudales opcionales en el certificado de aprobación de modelo.

Durante la ensayo, el rango de temperatura del agua debe ser de 20℃ ± 10℃ y todos los otros factores de influencia deben mantenerse dentro de las condiciones nominales de operación.

6.3.4 Los errores (de la indicación) determinados a cada uno de los caudales mencionados anteriormente no deben excederlos errores máximos permitidos dados en los numerales 3.2.1 y 3.2.2.

(Continúa)

7 Métodos de ensayo y formato del informe de ensayo

7.1 Método de ensayo

Para la aprobación de modelo y verificación del medidor de agua se deben aplicar los métodos para la inspección y ensayo descritos en Parte 2 (R 49-2)[10].

Además, se deben aplicar los ensayos de funcionamiento del Anexo A para medidores de agua con dispositivos electrónicos.

7.1.1 Incertidumbre en los métodos de ensayo.

Cuando se conduce un ensayo, la incertidumbre expandida en la determinación del volumen real que pasa a través del medidor de agua no debe exceder un quinto del error máximo permitido para las aprobaciones de modelos, verificaciones iniciales y verificaciones posteriores.

La incertidumbre expandida debe estimarse de acuerdo a la Guía para la expresión de la incertidumbre de la medición [11] con un factor de cobertura, $k = 2$.

Cuando se conduce un ensayo, el error que se origina de la resolución del medidor bajo ensayo no debe exceder los valores dados en el numeral 5.7.4.2.3.

7.2 Formato del informe de ensayo

Los resultados de la aprobación de modelo e inspecciones de verificación y ensayo deben presentarse de acuerdo al formato de informe de ensayo de la Parte 3 (R 49-3) [12].

(Continúa)

ANEXO A

Ensayos de funcionamiento para medidores de agua con dispositivo electrónico (Normativo)

A.1 Generalidades

Este anexo define el programa de ensayos de funcionamiento, propuesto para verificar que los medidores de agua con dispositivo electrónico se desempeñen y funcionen de acuerdo a las condiciones ambientales especificadas del medidor y bajos otras condiciones específicas. Cada ensayo indica, donde sea apropiado, las condiciones de referencia para determinar el error intrínseco.

Estos ensayos complementan cualquier otro ensayo prescrito.

Cuando esté siendo evaluado el efecto de una magnitud de influencia, las demás magnitudes de influencia se deben mantener relativamente constantes, con valores cercanos a las condiciones de referencia (ver numeral 6.1 y A.4).

A.2 Clasificación ambiental (ver [3])

Para cada ensayo de funcionamiento, están indicadas las características de los ensayos de acondicionamiento, las cuales corresponden a las condiciones ambientales: mecánicas y climáticas a las que usualmente están expuestos los medidores de agua.

Los medidores de agua con dispositivo electrónico están divididos dentro de tres clases de acuerdo a las condiciones ambientales, climáticas y mecánicas:

- clase B para medidores fijos instalados en edificios;
- clase C para medidores fijos instalados a la intemperie;
- clase I para medidores móviles.

No obstante, el que aplica para la aprobación de modelo puede solicitar condiciones ambientales específicas en la solicitud del servicio metrológico, basados en la finalidad de uso del instrumento: En este caso, el servicio metrológico llevará a cabo una ensayo de funcionamiento a niveles de rigurosidad correspondientes con estas condiciones ambientales. Si se concede la aprobación de modelo, se deberá pegar una placa, la cual indicará los límites correspondientes de uso. El fabricante debe informar a los usuarios potenciales de las condiciones de uso para las cuales el medidor está aprobado. El servicio de Metrología debe verificar que las condiciones de uso se cumplen.

A.3 Condiciones electromagnéticas

Los medidores de agua con dispositivos electrónicos están divididos en dos condiciones electromagnéticas:

E1 Residencial, comercial y pequeña industria; y

E2 Industrial.

A.4 Condiciones de referencia

Temperatura ambiental:	20 ℃ ± 5 ℃
Humedad relativa del ambiente:	60% ±15% *
Presión atmosférica del ambiente:	86 kPa a 106 kPa
Voltaje:	Voltaje nominal (U_{nom})
Frecuencia:	Frecuencia Nominal (f_{nom})

* Estas condiciones de referencia solo deberían ser aplicadas si no se especifica las condiciones en la norma pertinente si la norma especifica entonces este criterio debería ser utilizado.

Durante cada ensayo, la temperatura y la humedad relativa no debe variar más de 5 ℃ o 10%, respectivamente, dentro de los rangos de referencia.

A.5. Aprobación de modelo de un calculador

Cuando una máquina de cálculo electrónica (incluyendo al dispositivo indicador) es sometido para una aprobación de modelo independiente, los ensayos de evaluación de modelo se llevarán a cabo con el dispositivo calculador (incluyendo el dispositivo indicador) aislado, simulando diferentes entradas con patrones apropiados.

A.5.1 Los ensayos de exactitud incluyen un ensayo de exactitud de la indicación del resultado de medición. Para este propósito, el error obtenido de la indicación del resultado es calculado considerando que el valor verdadero es el único que toma en cuenta el valor de la magnitud simulada, aplicada a la entrada del calculador y usando métodos normalizados para el cálculo. Estos errores máximos permitidos son dados en el numeral 3.2.

A.5.2 Se deberá hacer la inspección y los ensayos del instrumento electrónico de acuerdo a lo descrito en 6.2.11.

A.6 ensayos de funcionamiento

Los ensayos indicados en la tabla A.1 involucran la parte electrónica del medidor de agua o sus dispositivos y podrán ser realizadas en cualquier orden.

Las siguientes reglas se deberán tomar en consideración para estos ensayos de funcionamiento:

1) Ensayo de volúmenes

Algunas magnitudes de influencia deben tener un efecto constante en los resultados de las mediciones y no un efecto proporcional relacionado al volumen medido. El valor del error significativo está relacionado al volumen medido; por consiguiente, para poder comparar los resultados obtenidos en diferentes laboratorios, es necesario realizar un ensayo sobre un volumen correspondiente al que es entregado en un minuto al caudal de sobrecarga Q_4. Algunos ensayos, sin embargo, puede que requieran más de un minuto, en cuyo caso se deberán realizar en el tiempo más corto posible tomando en consideración la incertidumbre de la medición.

2) Influencia de la temperatura del agua

Los ensayos de temperaturas están relacionados con la temperatura ambiental y no con la temperatura del agua usada. Es, por consiguiente, recomendable usar un método simulador del ensayo a fin de que la temperatura del agua no influya en los resultados del ensayo.

(Continúa)

Tabla A.1 Ensayos que involucra la parte electrónica del medidor de agua o sus dispositivos

Ensayo	Naturaleza de la magnitud de influencia (ref. de OIML D11, [3])	Nivel de rigurosidad de la Clase		
		B	C	I
A.6.1 Calor sin humedad	Factor de influencia	3	3	3
A.6.2 Frío	Factor de influencia	1	3	3
A.6.3 Calor con humedad, periódica	Factor de influencia	1	2	2
A.6.4 Variación en el voltaje	Factor de influencia	1	1	1
A.6.5 Vibración (sinusoidal)	Perturbación	----	----	2
A.6.6 Choque mecánico	Perturbación	----	----	2
A.6.7 Breve interrupción de energía	Perturbación	1a & 1b	1a & 1b	1a & 1b
A.6.8 Explosión	Perturbación	2 o 3	2 o 3	2 o 3
A.6.9 Descarga electroestática	Perturbación	1	1	1
A.6.10 Susceptibilidad electromagnética	Perturbación	2 o 3	2 o 3	2 o 3

A.6.1 Calor sin humedad

Método de ensayo: Calor sin humedad (sin condensación)

Objeto del ensayo: Verificar la conformidad con lo previsto en 3.2 para condiciones altas de temperatura ambiental.

Referencias: IEC 60068-2-2 (1974-01), -am 1 (1993-02), -am 2 (1994-05). Ensayo de condiciones ambientales. Parte 2. Ensayos. Ensayos B. Calor seco. Sección 4 – Ensayo Bd: Calor seco para muestras con disipación de calor con cambios graduales de temperatura [13].

IEC 60068-3-1 (1974-01). -1A (1978-01). Procedimientos de ensayos de condiciones ambientales básicos. Parte 3: Información de respaldo. Sección 1: Ensayos de calor frío y seco [14]

IEC 60068-1 (1988-06). -am 1 (1992-04). Ensayos de condiciones ambientales. Parte 1: Lineamientos y generalidades [15].

Resumen del ensayo[(10)]: Este ensayo consiste en exponer el EBP a una temperatura de 55 ℃, bajo condiciones de "aire libre" por un periodo de 2 horas, después de que el EBP haya alcanzado una temperatura estable.

El EBP se deberá ensayar a un caudal de referencia (o a un caudal simulado) y:

- A la temperatura de referencia de 20 ℃ y sus condicionamientos subsiguientes.
- A la temperatura de 55 ℃, 2 horas después de la estabilización de la temperatura; y
- Después del restablecimiento de la temperatura de referencia de 20 ℃ del EBP.

(10) Este procedimiento se da de forma resumida, solamente para información, y esta adaptado de las Publicaciones IEC. Antes de realizar el ensayo se deberá consultar la publicación que corresponde. Este comentario también se aplica a los resúmenes de procedimientos de ensayo sucesivos.

(Continúa)

Rigurosidades del ensayo: 1) Temperatura: nivel de rigurosidad 3: 55 °C
2) Duración: 2 horas

Números de ciclos de ensayo: 1 ciclo

Máxima variación permitida: Todas las funciones deberán operar conforme a lo diseñado y todos los errores (de la indicación) medidos durante la aplicación del factor de influencia deberán estar dentro del error máximo permitido del caudal de la zona superior.

A.6.2 Frío

Método de ensayo: Frío

Objeto del ensayo: Verificar la conformidad con lo previsto en 3.2 para condiciones bajas de temperatura ambiental.

Referencias: IEC 60068-2-1 (1990-05), -am 1 (1993-02), am 2 (1994-06). Ensayo de condiciones ambientales. Parte 2.1 Ensayos, Ensayo A. Frío. Sección 3-Ensayo Ad: Frío para muestras con disipación de calor con graduales cambios de temperatura [16].

IEC 60068-3-1 (1974-01), -1 A (1978-01). Procedimientos de ensayo de condiciones ambientales básicas. Parte 3: Información de respaldo. Sección 1: Ensayos de frío y calor seco [14].

IEC 60068-1 (1988-06), -am 1 (1992-04). Ensayo de condiciones ambientales. Parte 1: Lineamientos y Generalidades [15].

Resumen del ensayo: Este ensayo consiste en exponer el EBP a una temperatura de -25 °C (clases C o I) o + 5 °C (clase B), bajo condiciones de "aire libre" por un período de 2 horas, después de que el EBP haya alcanzado una temperatura estable.

El EBP debe ser ensayado a un caudal de referencia (o a un caudal simulado):

- A la temperatura de referencia de 20 °C y sus condicionamientos subsiguientes;
- A la temperatura de -25 °C o + 5 °C, 2 horas despu és de la estabilización de la temperatura; y
- . después del restablecimiento de la temperatura de referencia de 20 °C del EBP.

Rigurosidades del ensayo: 1) Temperatura: nivel de rigurosidad 1: +5°C
nivel de rigurosidad 3: - 25 °C
2) Duración: 2 horas

Números de ciclos de ensayo: Un ciclo

Variaciones Máximas permitidas: Todas las funciones deberán operar conforme a lo diseñado y todos los errores (de la indicación) medidos durante la aplicación del factor de influencia deberán estar dentro de los errores máximos permitidos del caudal de la zona superior.

A.6.3 Calor con humedad, periódica

Método de ensayo: Calor con humedad, periódica (condensada)

Objeto del ensayo: Verificar la conformidad con lo previsto en 3.2, bajo las siguientes condiciones: humedad alta combinada con cambios periódicos de temperatura.

(Continúa)

Referencias: IEC 60068-2-30 (1980-01). -am 1 (1985-08). Procedimiento de ensayos de condiciones ambientales básicas. Parte 2; Ensayos. Ensayo Db y Lineamientos; Calor con humedad, cíclico (ciclos de 12 h + 12 h), variación del ensayo 1 [17]
IEC 60068-2-28 (1990-03). Ensayo de condiciones ambientales. parte 2: Ensayos-Lineamientos para ensayos de calor con humedad

Resumen del ensayo: Este ensayo consiste en exponer el EBP a variaciones de temperatura periódicas que van desde 25 °C hasta la más alta temperatura de 55 °C (clases C o I) o también 40 °C (clase B), manteniendo la humedad relativa por arriba del 95% durante los cambios de temperatura y durante las fases de baja temperatura, y durante las fases de temperaturas altas se mantendrá en 93%.

Ocurrirán condensaciones en el EBP durante los ascensos de temperatura.

En IEC 60068-2-30[17] se indica el periodo normalizado de estabilización requerido antes y después del restablecimiento de los periodos de exposición.

Durante la aplicación del factor de influencia se deberá apagar la fuente de energía.

Para medidores de agua que contienen baterías internas normalmente la batería no debe ser retirada, sin embargo se recomienda considerar la recomendación del fabricante. Una nota de esto debe ser registrado en el certificado de ensayo.

Rigurosidades del ensayo: 1) Temperatura altas: nivel de rigurosidad 1: 40 °C
nivel de rigurosidad 2: 55 °C
2) Duración: 24 horas.

Números de ciclos de ensayo: 2 ciclos

Variaciones Máximas permitidas: Después de la aplicación de los factores de influencia y del restablecimiento del equipo, todas las funciones deberán operar conforme a lo diseñado y todos los errores (de la indicación) medidos durante la aplicación del factor de influencia deberán estar dentro de los errores máximos permitidos del caudal de la zona superior.

A.6.4 Variación de voltaje en la fuente de alimentación.

A.6.4.1 Medidores de agua alimentados directamente por AC o por medio de transformadores AC/DC.

Método de ensayo: Variación en el suministrador principal de energía AC (fase simple).

Objeto del ensayo: Verificar la conformidad con lo previsto en 3.2, bajo condiciones variantes del suministrador principal de energía AC.

Referencias: IEC 61000-4-11 (1994-06), –am1 (2000-11). Compatibilidad electromagnética (EMC). Parte 4: Técnicas de medición y ensayo. Sección 11: Interrupciones cortas de energía e inmunidad de variaciones de voltaje [19].

IEC/TR3 61000-2-1 (1990-05) Compatibilidad electromagnética (EMC) Parte 2: Condiciones ambientales. Sección 1: Descripción de las condiciones ambientales-Condiciones ambientales electromagnéticas para perturbaciones conducidas en baja frecuencia y señales en sistemas de energía eléctrica públicos [23].

(Continúa)

	IEC 61000-2-2 (1990-05) Compatibilidad electromagnética (EMC). Parte 2: Condiciones ambientales. Sección 2: Niveles de compatibilidad para perturbaciones conducidas en baja frecuencia y señales en sistemas de energía eléctrica públicos [24].
	IEC 61000-4-1 (2000-04) Compatibilidad electromagnética (EMC). Parte 4-1: Técnicas de medición y ensayo – Descripción general de IEC 61000-4 Series [25].
	IEC 60654-2 (1979-01) –am1 (1992-10). Condiciones de operación para mediciones de procesos industriales y equipos de control. Parte 2: Energía eléctrica [26]
Resumen del ensayo	Este ensayo consiste en exponer el EBP a variaciones voltaje de la alimentación de energía eléctrica, mientras el EBP es operado bajo condiciones atmosféricas normales.
Rigurosidades del ensayo:	Voltaje simple:
	Voltaje principal: límite superior: U_{nom}+ 10% limite inferior: U_{nom}- 15%
	Rango de voltaje:
	Voltaje principal: límite superior: U_u+ 10% limite inferior: U_l - 15%
Variaciones máximas permitidas:	Todas las funciones deberán operar conforme a lo diseñado y todos los errores (de la indicación) medidos durante la aplicación del factor de influencia deberán estar dentro del error máximo permitido del caudal de la zona superior.

A.6.4.2 Medidores de agua impulsados por baterías DC.

Método de ensayo:	Variación en el suministro de Energía por batería DC.
Objetivo del ensayo:	Verificar la conformidad con lo previsto en 3.2, bajo condiciones variantes del suministrador de energía DC.
Referencias:	Ninguna disponible.
Resumen del ensayo:	El error del medidor (de la indicación) se medirá con el máximo y mínimo voltaje de operación de la batería, como lo especifica el proveedor de medidores de agua, aplicado a lo largo de la ensayo.
Rigurosidades del ensayo:	Voltaje: limite superior (máximo de la batería): U_{max} límite inferior (mínimo de la batería): $U_{mín}$
Variaciones máximas permitidas:	Todas las funciones deberán operar conforme a lo diseñado y todos los errores (de la indicación) medidos durante la aplicación del factor de influencia deberán estar dentro del error máximo permitido del caudal de la zona superior.

A.6.5 Vibración (aleatorias)

Método de ensayo:	Vibración aleatoria.
Objeto del ensayo:	Verificar la conformidad con lo previsto en 3.2, bajo condiciones de vibración aleatoria. Normalmente este ensayo se aplica sólo para instalaciones móviles.

(Continúa)

Referencias: IEC 60068-2-64 (1993-05), corr 1 (1993-10). Ensayo de condiciones ambientales. Parte 2: Métodos de ensayo. Ensayo Fh: Vibración ancho de banda aleatoria (control digital) y lineamientos [28]

IEC 60068-2-47 (1999-10). Ensayo de condiciones ambientales. parte 2-47: Métodos de ensayo. Montaje de componentes. Equipamiento y otros artículos para vibración. Ensayo de impacto y ensayos dinámicos similares [27].

Resumen del ensayo: El ensayo consiste en exponer al EBP al nivel de vibración requerida por un período de tiempo definido. El EBP debe ser ensayado por tres veces girando en ejes perpendiculares montados en una estructura rígida.

El EBP debe ser montado normalmente para que la fuerza gravitacional actúe en la misma dirección como si estuviera en uso normal. Cuando no es importante la fuerza del efecto gravitacional el EBP puede ser montado en cualquier posición.

El EBP no debe estar operando ni estar lleno de líquido cuando las perturbaciones son aplicadas.

Rigurosidades del ensayo: Nivel de rigurosidad 2

1) Rango de frecuencia: 10 Hz - 150 Hz.
2) Nivel total de RMS: 7 $m.s^{-2}$
3) Nivel ASD 10 – 20 Hz: 1 $m^2.s^{-3}$
4) Nivel ASD 20 – 150 Hz: -3dB/octavo
5) Número de ejes: 3

Duración por eje: 2 minutos

Variaciones máximas permitidas: Después de la aplicación de los factores de influencia y del restablecimiento del equipo, todas las funciones deberán operar conforme a lo diseñado y todos los errores (de indicación) medidos durante la aplicación del factor de influencia deberán estar dentro de los errores máximos permitidos del caudal de la zona superior.

A.6.6 Choque mecánico

Método de ensayo: Dejar caer de carátula

Objeto del ensayo: Para verificar el cumplimiento con lo establecido en 3.2 bajo condiciones de choque mecánico. Normalmente este ensayo se aplica únicamente para instalaciones móviles.

Referencias: IEC 60068-2-31 (1969-01), -am1 (1982-01) Ensayo de condiciones ambientales. parte 2: Ensayos. Ensayo Ec: Caída y derrocar, muestras de equipo tipo primarios [29]

IEC 60068-2-47 (1999-10). Ensayo de condiciones ambientales. Parte 2-47: Métodos de ensayo. Montaje de componentes. Equipamiento y otros artículos para vibración, impacto y ensayos dinámicos similares [27].

Resumen del ensayo: El EBP, colocado en una superficie rígida en su posición normal de uso, es inclinado hacia el borde inferior, luego se permite que caiga libremente sobre la superficie de ensayo. El EBP no debe estar operando ni lleno de líquido cuando la perturbación es aplicada.

(Continúa)

Rigurosidades del ensayo: Nivel de rigurosidad 2.
Altura de caída*: 50 mm

Número de caídas: Una
(En cada borde inferior)

Variaciones máximas permitidas: Después de la aplicación de las perturbaciones y su restablecimiento, todas las funciones deben operar conforme al diseño y todos los errores (de indicación) medidos deben estar dentro de los errores máximos permitidos del caudal de la zona superior.

A.6.7 Breves reducciones de energía

Método de ensayo: Breves interrupciones y reducciones en el voltaje principal.

Objeto del ensayo: Verificar la conformidad con lo previsto en 3.2, bajo las siguientes condiciones: Breves interrupciones y reducciones en el voltaje principal.

Referencias: IEC 61000-4-11 (1994-06), -am1 (2000-11). Compatibilidad electromagnética. Parte 4: Técnicas de medición y ensayo. Sección 11: Caída de Voltaje. Ensayos de breves interrupciones de voltaje e inmunidad de variaciones de voltaje [19]

IEC/TR3 61000-2-1 (1990-05) Compatibilidad electromagnética (EMC). Parte 2: Condiciones ambientales. Sección 1: Descripción de las condiciones ambientales y condiciones ambientales electromagnéticas para perturbaciones producidas por baja frecuencia y señales en los sistemas de suministro de energía eléctrica pública [23].

IEC 61000-2-2 (1990-05). Compatibilidad electromagnética (EMC). Parte 2: Condiciones ambientales. Sección 2: Niveles de compatibilidad para perturbaciones conducidas por baja frecuencia y señales en los sistemas de suministro público de energía eléctrica de bajo voltaje [24]

IEC 61000-4-1 (2000-04). Compatibilidad electromagnética (EMC). Parte 4-1: Técnicas de medición y ensayo- Descripción general de IEC 61000-4 series [25]

Resumen del ensayo. Este ensayo consiste en exponer el EBP a interrupciones de voltaje nominal hasta cero voltaje por una duración igual a la mitad de un ciclo de línea de frecuencia (Nivel de rigurosidad 1a), y reducciones del voltaje nominal hasta 50% del nominal por una duración igual a un ciclo de línea de frecuencia (Nivel de rigurosidad 1b). Las interrupciones y reducciones en el voltaje principal se deberán repetir diez veces con intervalos de no menos 10 segundos.

Rigurosidades del ensayo: Interrupción de 100% del voltaje por un periodo igual a la mitad del ciclo. Reducción del 50% del voltaje por un periodo igual a un ciclo.

Números de ciclos de ensayo: Al menos diez interrupciones y diez reducciones, cada cual con un mínimo de diez segundos entre ensayos.

Las interrupciones y las reducciones se repetirán por todo el tiempo necesario hasta realizar el ensayo completo. Por esta razón más de 10 interrupciones y reducciones pueden ser necesarias.

---

*Altura de caída: distancia entre el borde opuesto y la superficie de ensayo. Sin embargo el ángulo hecho por el fondo a la superficie de ensayo no debe exceder 30°

(Continúa)

Variaciones máximas permitidas: La diferencia entre el error (de la indicación) durante el ensayo y el error intrínseco no debe exceder el valor dado en 2.2.10 o en su defecto significa que se debe a fallas importantes por lo que se debe actuar por medio de los dispositivos de verificación.

A.6.8 Explosiones

Método de ensayo Explosiones eléctricas.

Objeto del ensayo: Verificar la conformidad con lo previsto en 3.2, bajo condiciones en donde las explosiones eléctricas se sobreponen al voltaje principal.

Referencias: IEC/TR3 61000-2-1 (1990-05). Compatibilidad electromagnética (EMC). Parte 2: Condiciones ambientales. Sección 1: Descripción de las condiciones ambientales-condiciones ambientales electromagnéticas para perturbaciones conducidas de baja frecuencia y señales en sistemas de suministro de energía eléctrica pública [23]

IEC 61000-2-2 (1990-05). Compatibilidad electromagnética (EMC). Parte 2: Condiciones ambientales. Sección 2: Niveles de compatibilidad para perturbaciones conducidas de baja frecuencia y señales en sistemas de suministro público de energía eléctrica de bajo voltaje [24].

IEC 61000-4-1 (2000-04). Compatibilidad electromagnética (EMC). Parte 4-1: Técnicas de medición y ensayo-Descripción general de IEC 61000-4 series [25]

IEC 61000-4-4 (1995-01), am1 (2000-11). Nivel 2. Compatibilidad electromagnética (EMC). Parte 4: Técnicas de medición y ensayo. Sección 4: Ensayos de inmunidad de explosiones/momentáneas eléctricas rápidas [20].

Resumen del ensayo. Este ensayo consiste en someter al EBP a explosiones de voltaje momentáneos de doble onda exponencial. Cada punto de transición tendrá un tiempo de ascensión de 5 ns y una duración de amplitud media de 50 ns. La duración de la explosión será de 15 ms y el periodo de la explosión (intervalos de repetición) será de 300 ms. Todas las explosiones se deberán aplicar durante la misma medición o mediciones simuladas de desincronizadamente de modo asimétrico (modo común).

Rigurosidades del ensayo: E1 Amplitud (valor pico) 1 000 V.
E2 Amplitud (valor pico) 2 000 V.

Duración del ensayo: Las explosiones deben ser aplicadas por un minuto durante la misma medición o medición simulada para cada polaridad.

Variaciones máximas permitidas: La diferencia entre el error (de la indicación) durante el ensayo y el error intrínseco no debe exceder el valor dado en 2.2.10 o en su defecto significa que se debe a fallas importantes por lo que se debe actuar por medio de los dispositivos de verificación.

A.6.9 Descarga electroestática

Método de ensayo: Descarga electroestática
Objeto del ensayo: Verificar la conformidad con lo previsto en 3.2, bajo condiciones de descargas electroestáticas directas e indirectas.

(Continúa)

Referencias:	IEC/TR3 61000-2-1 (1990-05). Compatibilidad electromagnética (EMC). Parte 2: Condiciones ambientales. Sección 1: Descripción de las condiciones ambientales - condiciones ambientales electromagnéticas para perturbaciones conducidas de baja frecuencia y señales en sistemas de suministro de energía eléctrica pública [23] IEC 61000-2-2 (1990-05). Compatibilidad electromagnética (EMC). Parte 2: Condiciones ambientales. Sección 2: Niveles de compatibilidad para perturbaciones conducidas de baja frecuencia y señales en sistemas de suministro público de energía eléctrica de bajo voltaje [24]. IEC 61000-4-1 (2000-04). Compatibilidad electromagnética (EMC). Parte 4-1: Técnicas de medición y ensayo-Descripción general de series de IEC 61000-4 [25] IEC 61000-4-2(1999-05), -am2 (2000-11) nivel 3. Compatibilidad electromagnética (EMC). Parte 4-2: Técnicas de medición y ensayo. Ensayos de inmunidad de descarga electrostática [21]
Resumen del ensayo:	Un capacitor de 150 pF es cargado por una fuente apropiada de voltaje DC. Luego el capacitor es descargado a través del EBP conectando un terminal a tierra (chasis) y el otro terminal 330 ohms a través de la superficie los cuales son normalmente accesibles al operador. Si se aplica, el ensayo incluye el método de tintas penetrantes. Para descargas directas se usa el método de descargas en el aire cuando no se puede aplicar el método de descarga por contacto.
Rigurosidades del ensayo:	8 kV para descargas en el aire 6 kV para descargas por contacto.
Números de ciclos de ensayo:	En cada punto de ensayo, se deberán aplicar al menos diez descargas directas a intervalos de no menos diez segundos entre descargas, durante la misma medición o medición simulada. Para descargas indirectas, serán aplicadas un total de diez descargas en el plano del acople horizontal y un total de diez descargas para cada una de las diferentes posiciones del plano del acople vertical.
Variaciones máximas permitidas:	La diferencia entre el error (de indicación) y el error intrínseco no debe exceder el valor dado en 2.2.10 o en su defecto significa que se debe a fallas importantes por lo que se debe actuar por medio de los dispositivos de verificación. Cuando un medidor ha sido probado que es inmune a descargas electroestáticas, dentro de las condiciones nominales de operación para caudal, la autoridad metrológica tendrá la libertad de escoger un caudal de cero durante el ensayo de descarga electroestática. Durante el ensayo de caudal cero el totalizador del medidor no debe cambiar en un valor mayor que el intervalo de escala de verificación.

A.6.10 Susceptibilidad electromagnética

Método de ensayo	Campos electromagnéticos (radiación)
Objeto del ensayo:	Verificar la conformidad con lo previsto en 3.2, bajo condiciones de campos electromagnéticos.

(Continúa)

Referencias:	IEC/TR3 61000-2-1 (1990-05). Compatibilidad electromagnética (EMC). Parte 2: Condiciones ambientales. Sección 1: Descripción de las condiciones ambientales - condiciones ambientales electromagnéticas para perturbaciones conducidas de baja frecuencia y señales en sistemas de suministro de energía eléctrica pública [23] IEC 61000-2-2 (1990-05). Compatibilidad electromagnética (EMC). Parte 2: Condiciones ambientales. Sección 2: Niveles de compatibilidad para perturbaciones conducidas de baja frecuencia y señales en sistemas de suministro público de energía eléctrica de bajo voltaje [24]. IEC 61000-4-1 (2000-04). Compatibilidad electromagnética (EMC). Parte 4-1: Técnicas de medición y ensayo. Descripción general de series IEC 61000-4 [25] IEC 61000-4-3 (1998-11), -am2 (2000-11). Compatibilidad electromagnética (EMC). Parte 4-3: Técnicas de medición y ensayo. Radiaciones, radio-frecuencia, Ensayos de inmunidad de campos electromagnéticos [22]
Resumen del ensayo.	El EBP se expondrá a la fuerza del campo electromagnético como está especificado por el nivel de rigurosidad. El campo de fuerza puede ser generado de varias formas: • la línea descubierta es usada a bajas frecuencias inferiores a 30 MHz (o en algunos casos 150 MHz) para EBP pequeños; • el alambre largo es usado a bajas frecuencias (inferiores a 30 MHz) para EBP grandes. • antenas dipolares o antenas con polarización circular son usadas a frecuencias altas, localizadas a 1 m del EBP. El campo de fuerza especificado se establecerá antes del ensayo real sin la presencia del EBP. El campo será generado en dos polarizaciones ortogonales. Si se usa antenas con polarización circular por ejemplo antenas espirales logarítmicas o helicoidales para generar el campo electromagnético no se requerirá cambiar la posición de las antenas. Cuando el ensayo se realiza en un cerco blindado, para cumplir leyes internacionales que prohíben las interferencias a radio comunicaciones, cuidar el manejo de reflexiones en los muros. Un blindaje anecoico se puede necesitar.
Rigurosidades de la ensayo:	Rango de frecuencia: 26 MHz - 1 000 MHz Campo de fuerza: E1 3 V/m E2 10 V/m
Modulación:	80 % AM, 1 KHz, onda sinusoidal
Variaciones máximas permitidas:	La diferencia entre el error (de indicación) durante el ensayo y el error intrínseco no debe exceder el valor dado en 2.2.10 o en su defecto significa que se debe a fallas importantes por lo que se debe actuar por medio de los dispositivos de verificación.

(Continúa)

Anexo B

Términos empleados para caracterizar un medidor de agua (Informativo)

B.1 Definiciones de los términos utilizados en la Figura B.1

Q_1, Q_2, Q_3, Q_4 son características definidas para el control metrológico de los medidores de agua como se describe en el punto 2 de esta Norma.

Q_ℓ, Q_i, Q_c y Q_h están relacionados con la curva del error real del medidor de agua y se definen a continuación.

B.1.1 Caudal continuo, Q_c

Es el mayor caudal al cual el medidor de agua puede operar de manera satisfactoria, dentro de los errores máximos permitidos, bajos condiciones normales de uso, es decir bajo condiciones de flujo constante o intermitente.

B.1.2 Caudal alto, Q_h

Es el mayor caudal al cual el medidor de agua puede operar de manera satisfactoria, dentro de los errores máximos permitidos, por un corto periodo de tiempo sin deteriorarse.

B.1.3 Caudal bajo, Q_ℓ

Es el menor caudal al cual el medidor de agua puede proporcionar indicaciones que satisfagan los requisitos concernientes a los errores máximos permitidos del caudal en la zona inferior (emp_ℓ).

B.1.4 Caudal intermedio, Q_i

Es el mayor caudal en la zona inferior al cual el error (de la indicación) del medidor de agua va de arriba hacia abajo de los errores máximos permitidos del caudal de la zona superior (emp_u).

B.1.5 Caudal permanente, Q_3

Es el mayor caudal dentro de las condiciones nominales de operación, al cual se requiere que el medidor de agua opere de manera satisfactoria dentro de los errores máximos permitidos.

B.1.6 Caudal de sobrecarga, Q_4

Es el mayor caudal al cual se requiere que opere el medidor de agua por un corto período de tiempo, dentro de sus errores máximos permitidos en tanto mantengan sus características metrológicas, cuando sea posteriormente utilizado dentro de sus condiciones nominales de operación.

B.1.7 Caudal Mínimo, Q_1

Es el caudal más bajo al cual se requiere que opere el medidor de agua dentro de los errores máximos permitidos.

B.1.8 Caudal de transición, Q_2

Es el caudal comprendido entre el caudal permanente Q_3 y el caudal mínimo Q_1, que divide el rango de caudal en dos zonas, la "zona superior" y la "zona inferior', cada una de las cuales se caracteriza por sus propios errores máximos permitidos.

(Continúa)

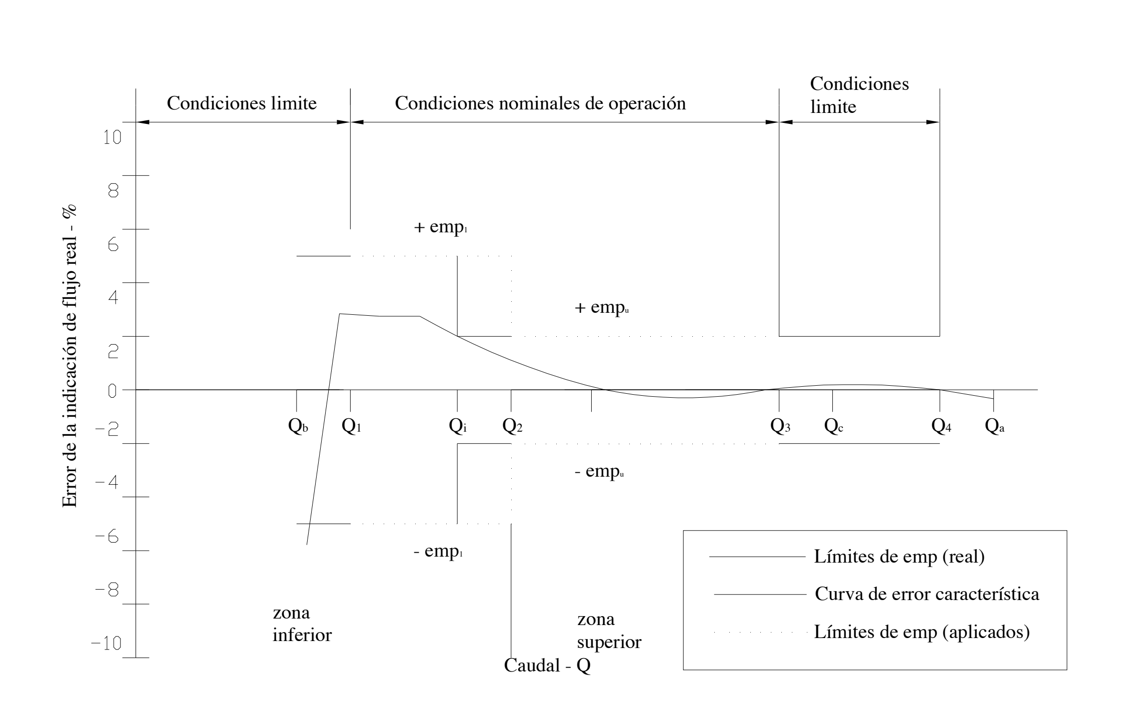


Figura B.1 Caracterización de la curva de error de un medidor de agua.

B.2. magnitudes de influencia:

Las magnitudes de influencia pueden alterar el error característico y el funcionamiento correcto del medidor de agua. La Figura B.2 muestra una representación de algunas de las magnitudes de influencia relevantes para los medidores de agua, donde los puntos y las líneas adyacentes son ejemplos de valores de referencia de las magnitudes de influencia y sus tolerancias. Los valores de referencia y sus tolerancias se encuentran dentro de las condiciones nominales de operación del medidor y son aplicadas durante los ensayos de funcionamiento.

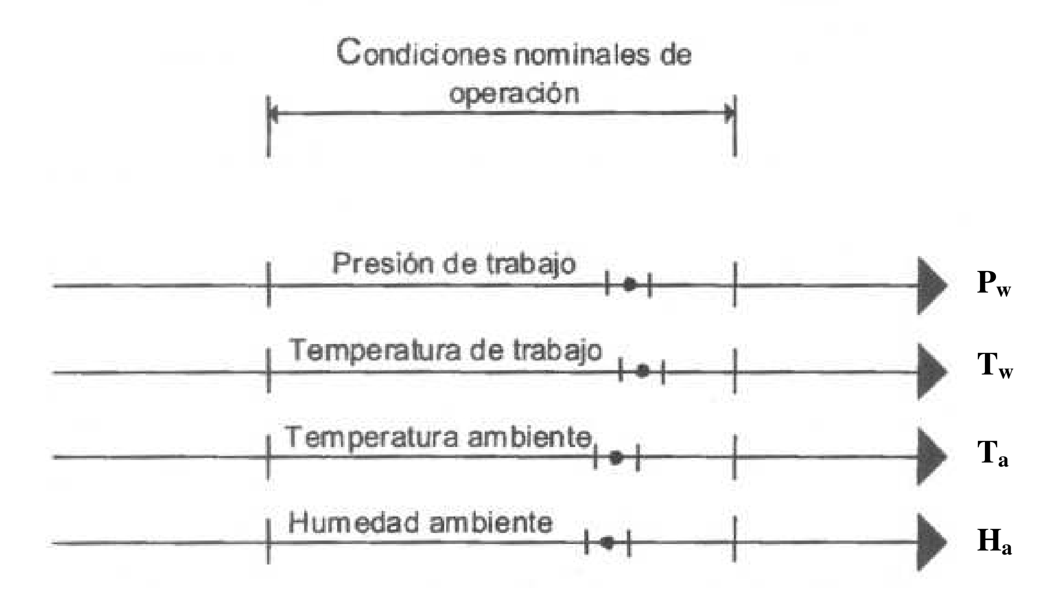


Figura B.2 Ejemplos de magnitudes de influencia.

(Continúa)

Bibliografía

[1] International Vocabulary of Basic and General Terms in Metrology (VIM). BIPM, IEC, IFCC, ISO, IUPAC, IUPAP and OIML. International Organization for Standardization, Geneva, 1993

[2] International vocabulary of terms in legal metrology (VIML). OIML, Paris, 2000

[3] OIML International Document D 11. General Requirements for electronic measuring instruments. OIML, Paris, 1994 (Being revised, 2003)

[4] ISO 4064-1. Measurement of water flow in closed fully charged conduits - Meters for cold potable water and hot water - Part 1: Specifications. International Organization for Standardization, Geneva (Under revision, 2002)

[5] ISO 3:1973. Preferred numbers - Series of preferred numbers. International Organization for Standardization, Geneva, 1973

[6] ISO 4006:1991. Measurement of fluid flow in closed conduits - Vocabulary and symbols. International Organization for Standardization, Geneva, 1991

[7] OIML International Recommendation R 117. Measuring systems for liquids other than water. OIML, Paris, 1995 (Being revised, 2003)

[8] ISO 6817:1992. Measurement of conductive liquid flow in closed conduits - Method using electromagnetic flow-meters. International Organization for Standardization, Geneva, 1992

[9] OIML International Document D 4. Installation and storage conditions for cold water meters. OIML, Paris, 1981

[10] OIML International Recommendation R 49-2. Water meters intended for the metering of cold potable water. Part 2: Test methods. OIML, Paris (Being approved, 2003)

[11] Guide to the expression of uncertainty in measurement. BIPM, IEC, IFCC, ISO, IUPAC, IUPAP and OIML. International Organization for Standardization, Geneva, 1995

[12] OIML International Recommendation R 49-3. Water meters intended for the metering of cold potable water. Part 3: Test report format. OIML, Paris (Being approved, 2003)

[13] IEC 60068-2-2 (1974-01). Amendments IEC 60068-2-2-am1 (1993-02) and IEC 60068-2-2-am2 (1994-05). Environmental testing. Part 2. Tests. Test B. Dry heat. Section 4 - Test Bd: Dry heat for heat-dissipating specimen with gradual change of temperature. International Electrotechnical Commission, Geneva.

[14] IEC 60068-3-1 (1974-01). First Supplement: IEC 60068-3-1A (1978-01). Basic environmental testing procedures. Part 3: Background information. Section one - Cold and dry heat tests. International Electrotechnical Commission, Geneva

[15] IEC 60068-1 (1988-06). Amendment IEC 60068-1-aml (1992-04). Environmental testing. Part 1: General and guidance. International Electrotechnical Commission, Geneva

[16] IEC 60068-2-1 (1990-05). Amendments IEC 60068-2-1-am1 (1993-02) and IEC 60068-2-1-am2 (1994-06). Environmental testing. Part 2.1 Tests. Test A. Cold. Section three - Test Ad: Cold for heat-dissipating specimen with gradual change of temperature. International Electrotechnical Commission, Geneva

[17] IEC 60068-2-30 (1980-01). Amendment IEC 60068-2-30-am1 (1985-08). Basic environmental testing procedures. Part 2: Tests. Test Db and guidance: Damp heat, cyclic (12 + 12-hour cycle). International Electrotechnical Commission, Geneva

[18] IEC 60068-2-28 (1990-03). Environmental testing. Part 2: Tests - Guidance for damp heat tests. International Electrotechnical Commission, Geneva

(Continúa)

[19] IEC 61000-4-11 (1994-06). Amendment IEC 61000-4-11-am1 (2000-11). Electromagnetic compatibility (EMC). Part 4: Testing and measurement techniques. Section 11: Voltage dips, short interruptions and voltage variations immunity tests. International Electrotechnical Commission, Geneva

[20] IEC 61000-4-4 (1995-01). Amendment IEC 61000-4-4-am1 (2000-11). Electromagnetic compatibility (EMC). Part 4: Testing and measurement techniques. Section 4: Electrical fast transient/burst immunity test. Basic EMC publication. International Electrotechnical Commission, Geneva

[21] IEC 61000-4-2 (1999-05). Amendment IEC 61000-4-2-am2 (2000-11) level 3. Electromagnetic Compatibility (EMC). Part 4-2: Testing and measurement techniques. Electrostatic discharge immunity tests. International Electrotechnical Commission, Geneva

[22] IEC 61000-4-3 (1998-11). Amendment IEC 61000-4-3-am2 (2000-11). Electromagnetic Compatibility (EMC). Part 4-3: Testing and measurement techniques. Radiated, radio-frequency, electromagnetic field immunity tests. International Electrotechnical Commission, Geneva

[23] IEC/TR3 61000-2-1 (1990-05). Electromagnetic Compatibility (EMC). Part 2: Environment. Section 1: Description of the environment. Electromagnetic environment for low-frequency conducted disturbances and signaling in public power supply systems. International Electrotechnical Commission, Geneva

[24] IEC 61000-2-2 (1990-05). Electromagnetic Compatibility (EMC). Part 2: Environment. Section 2: Compatibility levels for low frequency conducted disturbances and signaling in public low-voltage power supply systems. International Electrotechnical Commission, Geneva

[25] IEC 61000-4-1 (2000-04). Electromagnetic compatibility (EMC). Part 4-1: Testing and measurement techniques. Overview of IEC 61000-4 series. International Electrotechnical Commission, Geneva

[26] IEC 60654-2 (1979-01). Amendment IEC 60654-2-am1 (1992-10). Operating conditions for industrial-process measurement and control equipment. Part 2: Power. International Electrotechnical Commission, Geneva

[27] IEC 60068-2-47 (1999-10). Environmental testing. Part 2-47: Test methods. Mounting of components, equipment and other articles for vibration, impact and similar dynamic tests. International Electrotechnical Commission, Geneva

[28] IEC 60068-2-64 (1993-05). Environmental testing. Part 2: Test methods. Test Fh: Vibration, broad-band random (digital control) and guidance. International Electrotechnical Commission, Geneva

[29] IEC 60068-2-31 (1969-01). Amendment IEC 60068-2-31-am1 (1982-01). Environmental testing. Part 2: Tests. Test Ec: Drop and topple, primarily for equipment-type specimens. International Electrotechnical Commission, Geneva

(Continúa)

APÉNDICE Z

Z.1 DOCUMENTOS NORMATIVOS A CONSULTAR

OIML International Document D 4	*Installation and storage conditions for cold water meters.*
OIML International Document D 11	*General Requirements for electronic measuring instruments. OIML*
OIML International Recommendation R 49-2	*Water meters intended for the metering of cold potable water. Part 2: Test methods.*
OIML International Recommendation R 49-3	*Water meters intended for the metering of cold potable water. Part 3: Test report format.*
OIML International Recommendation R 117	*Measuring systems for liquids other than water.*
ISO 4064-1	*Measurement of water flow in closed fully charged conduits - Meters for cold potable water and hot water - Part 1: Specifications.*
ISO 3	*Preferred numbers - Series of preferred numbers.*
ISO 4006	*Measurement of fluid flow in closed conduits - Vocabulary and symbols.*
ISO 6817	*Measurement of conductive liquid flow in closed conduits - Method using electromagnetic flow-meters.*
IEC 60068-1	*Amendment IEC 60068-1-aml (1992-04). Environmental testing. Part 1: General and guidance.*
IEC 60068-2-1 60068-2-1-am2	*Amendments IEC 60068-2-1-am1 (1993-02) and IEC Environmental testing. Part 2.1 Tests. Test A. Cold. Section three - Test Ad: Cold for heat-dissipating specimen with gradual change of temperature.*
IEC 60068-2-2	*Amendments IEC 60068-2-2-am1 (1993-02) and IEC 60068-2-2-am2 (1994-05). Environmental testing. Part 2. Tests. Test B. Dry heat. Section 4 - Test Bd: Dry heat for heat-dissipating specimen with gradual change of temperature.*
IEC 60068-2-28	*Environmental testing. Part 2: Tests - Guidance for damp heat tests.*
IEC 60068-2-30	*Amendment IEC 60068-2-30-am1 (1985-08). Basic environmental testing procedures. Part 2: Tests. Test Db and guidance: Damp heat, cyclic (12 + 12-hour cycle).*
IEC 60068-2-31	*Amendment IEC 60068-2-31-am1 (1982-01). Environmental testing. Part 2: Tests. Test Ec: Drop and topple, primarily for equipment-type specimens.*
IEC 60068-2-47	*Environmental testing. Part 2-47: Test methods. Mounting of components, equipment and other articles for vibration, impact and similar dynamic tests.*
IEC 60068-2-64	*Environmental testing. Part 2: Test methods. Test Fh: Vibration, broad-band random (digital control) and guidance.*
IEC 60068-3-1	*First Supplement: IEC 60068-3-1A (1978-01). Basic environmental testing procedures. Part 3: Background information. Section one - Cold and dry heat tests.*
IEC 60654-2	*Amendment IEC 60654-2-am1 (1992-10). Operating conditions for industrial-process measurement and control equipment. Part 2: Power.*

(Continúa)

IEC/TR3 61000-2-1 *Electromagnetic Compatibility (EMC). Part 2: Environment. Section 1: Description of the environment. Electromagnetic environment for low-frequency conducted disturbances and signaling in public power supply systems.*

IEC 61000-4-2 *Amendment IEC 61000-4-2-am2 (2000-11) level 3. Electromagnetic Compatibility (EMC). Part 4-2: Testing and measurement techniques. Electrostatic discharge immunity tests. International Electrotechnical Commission*

IEC 61000-4-3 *Amendment IEC 61000-4-3-am2 (2000-11). Electromagnetic Compatibility (EMC). Part 4-3: Testing and measurement techniques. Radiated, radio-frequency, electromagnetic field immunity tests*.

IEC 61000-4-4 *Amendment IEC 61000-4-4-am1 (2000-11). Electromagnetic compatibility (EMC). Part 4: Testing and measurement techniques. Section 4: Electrical fast transient/burst immunity test. Basic EMC publication. International Electrotechnical Commission*

IEC 61000-4-11 *Amendment IEC 61000-4-11-am1 (2000-11). Electromagnetic compatibility (EMC). Part 4: Testing and measurement techniques. Section 11: Voltage dips, short interruptions and voltage variations immunity tests.*

IEC 61000-2-2 *Electromagnetic Compatibility (EMC). Part 2: Environment. Section 2: Compatibility levels for low frequency conducted disturbances and signaling in public low-voltage power supply systems*.

IEC 61000-4-1 *Electromagnetic compatibility (EMC). Part 4-1: Testing and measurement techniques. Overview of IEC 61000-4 series.*

Guide to the expression of uncertainty in measurement. BIPM, IEC, IFCC, ISO, IUPAC, IUPAP and OIML 1995.

International Vocabulary of Basic and General Terms in Metrology (VIM). BIPM, IEC, IFCC, ISO, IUPAC, IUPAP and OIML.

International vocabulary of terms in legal metrology (VIML).

Z.2 BASES DE ESTUDIO

Esta norma es una adopción de la Recomendación OIML R 49-1. *Water meters intended for the metering of cold potable water. Part 1: Metrological and technical requirements.* International Organization of Legal Metrology. Paris, Francia, 2003.

INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

Documento: NTE INEN-OIML R 49-1	**TÍTULO: METROLOGÍA. MEDIDORES DE AGUA POTABLE FRÍA. PARTE 1: REQUISITOS TÉCNICOS Y METROLÓGICOS**	**Código:** MC 06.09-1001

ORIGINAL: Fecha de iniciación del estudio: 2008-	REVISIÓN: Fecha de aprobación anterior del Directorio Oficialización con el Carácter de por Resolución No. de publicado en el Registro Oficial No. de Fecha de iniciación del estudio:

Fechas de consulta pública: de a

Comité Interno del INEN:
Fecha de iniciación: 2008-10-29 Fecha de aprobación: 2008-10-29
Integrantes del Comité Interno:

NOMBRES:	**INSTITUCIÓN REPRESENTADA:**
Dr. Ramiro Gallegos (Presidente)	DIRECTOR ÁREA TÉCNICA DE SERVICIOS TECNOLÓGICOS
Ing. Enrique Troya	DIRECTOR DEL ÁREA TÉCNICA DE VERIFICACIÓN
Dr. Hugo Ayala	ÁREA TÉCNICA DE CERTIFICACIÓN
Ing. Gustavo Jiménez	DIRECTOR DEL ÁREA TÉCNICA DE NORMALIZACIÓN
Ing. María Dávalos	REGIONAL CHIMBORAZO
Ing. Arturo Arévalo (Secretario Técnico)	COORDINADOR DEL LABORATORIO DE PRUEBAS DE CALIBRACIÓN

Otros trámites:

El Directorio del INEN aprobó este proyecto de norma en sesión de 2009-02-27

Oficializada como: Voluntaria Por Resolución No. 022-2009 de 2009-03-24
Registro Oficial No. 616 de 2009-06-19

Instituto Ecuatoriano de Normalización, INEN - Baquerizo Moreno E8-29 y Av. 6 de Diciembre
Casilla 17-01-3999 - Telfs: (593 2)2 501885 al 2 501891 - Fax: (593 2) 2 567815
Dirección General: E-Mail:direccion@inen.gov.ec
Área Técnica de Normalización: E-Mail:normalizacion@inen.gov.ec
Área Técnica de Certificación: E-Mail:certificacion@inen.gov.ec
Área Técnica de Verificación: E-Mail:verificacion@inen.gov.ec
Área Técnica de Servicios Tecnológicos: E-Mail:inencati@inen.gov.ec
Regional Guayas: E-Mail:inenguayas@inen.gov.ec
Regional Azuay: E-Mail:inencuenca@inen.gov.ec
Regional Chimborazo: E-Mail:inenriobamba@inen.gov.ec
URL:www.inen.gov.ec